

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

Année 1928

N° 75

THÈSE

POUR LE

Doctorat Vétérinaire

(Diplôme d'Etat)

Soutenu devant la Faculté de Médecine de Paris en 1928

PAR

Claude GUILLEMENET

Ingénieur agricole

Né le 16 juin 1903, à Pont-l'Évêque (Calvados)

De l'Alimentation des vaches laitières par les Fourrages ensilés Qualités des Laits d'Ensilage

JURY { *Président* : M. LCEPER, Pr à la Faculté de Médecine de Paris.
 { *Assesseurs* { M. DECHAMBRE, { professeurs à l'École Nationale
 { M. NICOLAS, { vétérinaire d'Alfort.

PARIS

Éditions de la Revue " NOS ANIMAUX "

8, Rue des Saints-Pères, 8

1928

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

Année 1928

N° 75

THÈSE

POUR LE

Doctorat Vétérinaire

(Diplôme d'État)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1928

PAR

Claude GUILLEMENET

Ingénieur agricole

Né le 16 juin 1903, à Pont-l'Évêque (Calvados)

De l'Alimentation des vaches laitières par les Fourrages ensilés Qualités des Laits d'Ensilage

JURY { *Président* : M. LÉPER, Pr à la Faculté de Médecine de Paris.
 { *Assesseurs* { M. DECHAMBRE, { professeurs à l'École Nationale
 { M. NICOLAS, { vétérinaire d'Alfort.

PARIS

Éditions de la Revue " NOS ANIMAUX "

8, Rue des Saints-Pères, 8

1928

Personnel enseignant de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort

Directeurs honoraires : MM. P.-J. CADIOT et H. VALLÉE.

Directeur : M. E. NICOLAS.

Professeurs honoraires : MM. G. BARRIER, Inspecteur général honoraire des Ecoles Vétérinaires, P.-J. CADIOT, R. RAILLIET
H. VALLÉE.

PROFESSEURS

	MM
Anatomie descriptive des mammifères domestiques	BRESSOU.
Physiologie, thérapeutique générale, matière médicale	MAIGNON.
Physique et chimie médicales, toxicologie, pharmacie	NICOLAS.
Parasitologie et maladies parasitaires, clinique; histoire naturelle médicale	HENRY
Pathologie médicale des équidés et des carnassiers clinique; séméiologie et propédeutique, jurisprudence	ROBIN.
Pathologie chirurgicale des équidés et des carnassiers, clinique; anatomie chirurgicale, médecine opératoire et ferrure	COQUOT
Pathologie bovine, ovine, caprine, porcine et aviaire, clinique; médecine opératoire, obstétrique	MOUSSU.
Pathologie générale et microbiologie, maladies microbiennes et police sanitaire clinique ..	PANISSET.
Histologie et embryologie, anatomie pathologique, inspection des denrées alimentaires; autopsies	PETIT.
Zootéchnie et économie rurale	DECHAMBRE
Agronomie, botanique et hygiène; matière médicale	(DECHAMBRE
Industrie et contrôle des produits d'origine animale	(ET HENRY.
	VERGE.

AGRÉGÉS

MM. LESBOUYRIES - VERGE

CHEFS DE TRAVAUX

MM. DELMER. MM. MONVOISIN.
LESBOUYRIES. MOUSSU (R.)
M. VERGE.



La Faculté de Médecine et l'Ecole Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'engagent leur donner ni approbation, ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

*Affectueux hommage de respect
et de reconnaissance filiale.*

A MA FIANCEE

A MA FAMILLE

MEIS — AMICIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR LOEPER

*hommage de reconnaissance
pour l'honneur qu'il nous
fait en acceptant la prési-
dence de cette thèse.*

A NOS MAÎTRES, A NOS JUGES

MONSIEUR LE PROFESSEUR DECHAMBRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR NICOLAS

*hommage de respectueuse
gratitude pour les conseils
qu'ils nous ont prodigués.*

Des récoltes plus abondantes, plus de bestiaux, plus de lait, plus de fumier ; les silos sont une assurance contre l'insuffisance d'aliments produits par la ferme, et l'ensilage est celui qui se rapproche le plus de l'herbe qui est par essence la nourriture parfaite pour le bétail, et dont nous devons nous efforcer de nous rapprocher le plus possible.

M. JESS SKINNER.

(Association des fermiers anglais producteurs de lait.)

LA FENAISSON

Le Passé,

L'ENSILAGE

L'Avenir.



Type de silo métallique utilisé en Afrique.

INTRODUCTION

La conservation des fourrages verts pour l'alimentation du bétail a, depuis plusieurs années, attiré l'attention des praticiens.

De tous temps, durant la période hivernale, époque où la terre est improductive, les éleveurs consciencieux ont rencontré de sérieuses difficultés à conserver à leurs animaux leur état d'embonpoint; ces difficultés se sont surtout fait sentir dans les exploitations laitières. Cette préoccupation constante les a amenés à deux solutions : une antique le « foin », une nouvelle l'« ensilage ».

Le foin est, par excellence, la base de la nourriture du bétail durant la mauvaise saison. Malheureusement, il est souvent difficile d'obtenir un bon foin; il y a, pour faucher, un moment optimum qu'il faut pouvoir saisir; il faut disposer, au moment favorable, d'une main-d'œuvre importante, d'un matériel coûteux. Si le beau temps s'y prête, la fenaison est rapide; le fourrage d'excellente qualité.

Souvent, par contre, les circonstances atmosphériques sont nettement défavorables et viennent contrarier la bonne marche des opérations. C'est, pour l'agriculteur récoltant, l'objet d'une perte appréciable.

Le foin récolté dans de mauvaises conditions, ayant subi les alternatives de beau temps et de pluie, se conserve mal. Entassé dans les greniers, il moisit rapidement, prend un goût désagréable, devient poussiéreux, indigeste et est la cause, chez nos animaux domestiques, d'un grand nombre d'affections du tube digestif souvent mortelles.

Il arrive même que le foin étant de qualité nettement inférieure, est refusé par le bétail. L'agriculteur doit se résoudre à vendre une partie de son cheptel, le plus souvent à des conditions dérisoires.

Chacun sait que le fourrage vert est l'aliment le plus naturel, le plus recherché par le bétail, mais il n'a qu'un temps; consommé durant tout l'été dans nos herbages, il devient de plus en plus rare quand les gelées se font sentir. On cherche donc la méthode la plus économique pour conserver le fourrage à l'état vert tout en obtenant le maximum de réussite, le minimum de perte. Dans cet ordre d'idées l'éleveur a été conduit à pratiquer l'ensilage.

Qu'est-ce que l'ensilage ? C'est une méthode qui a pour objet de conserver les fourrages verts par fermentation à l'abri de l'air.

L'appareil employé porte le nom de « silo ».

En France jusqu'à présent le nombre de silos est resté limité; par contre, les Américains ont compris toute la portée économique de l'ensilage. Ils considèrent cette alimentation comme la moins chère, la plus profitable. D'ailleurs « les fermiers américains préfèrent exploiter une ferme sans grange que sans silos ».

Dans les climats rudes où les hivers sont précoces, dans les régions où les étés sont trop secs ou trop humides, l'ensilage est une méthode qui s'impose. Elle permet d'emmagasiner pour l'hiver une quantité considérable de fourrages verts très assimilables, très recherchés par le bétail.

L'agriculteur prévoyant peut ensiler au moment favorable ses fourrages et éviter de ce fait les disettes fourragères. La main-d'œuvre devenant de plus en plus rare, de plus en plus coûteuse, le praticien doit s'ingénier à produire une nourriture économique et excellente tout à la fois.

Elle est *économique*, en ce sens que l'ensilage peut se faire par tous les temps, même quand l'herbe est mouillée; la marche des opérations se fait sans à-coups, le temps perdu par le personnel réduit au minimum.

Excellente, en ce sens qu'on se trouve en présence d'un aliment très assimilable.

L'ensilage étant adopté dans une exploitation, il faut changer les méthodes habituelles; l'assolement

doit s'orienter vers la culture des plantes d'ensilage. Cela permet au cultivateur de mieux travailler sa terre et d'obtenir des rendements fourragers plus élevés.

En France, M. de Naurois, un fervent praticien de l'ensilage, s'exprime ainsi : « Depuis que j'ai mes silos, sans avoir augmenté mes surfaces fourragères, j'entretiens un bétail plus nombreux, il est mieux soigné, me rapporte davantage; je peux même vendre mes fourrages secs ».

Une voie nouvelle s'ouvre aux agriculteurs.

L'ensilage ayant fait ses preuves en Amérique doit être tenté sur une plus grande échelle en France. Le Français est routinier, méfiant, peu entreprenant; il ne se laisse convaincre difficilement.

Il lui faut un conseiller. C'est au vétérinaire en contact direct avec la clientèle rurale, qu'incombe la mission de faire apprécier au cultivateur les avantages d'une méthode plus rémunératrice, moins pénible.

Nos quatre années d'études passées au laboratoire du Professeur Dechambre nous ont permis de nous documenter tout spécialement sur l'alimentation du bétail.

Nous avons pu nous rendre compte combien le choix d'un aliment, le calcul raisonné d'une ration avaient d'importance, tant pour la santé de nos animaux que pour les produits qui font l'objet de leur exploitation : viande, lait.

Nous avons pu, d'autre part, nous rendre compte combien la question revêtait un caractère pratique pour le vétérinaire exerçant dans nos campagnes.

Cette considération n'a pas été sans nous inciter au choix de ce sujet.

Qu'il nous soit permis de présenter à M. le Professeur Dechambre, nos sentiments de reconnaissance et de profonde gratitude pour l'excellent accueil qu'il nous a réservé dans son laboratoire, ainsi que pour les conseils si éclairés qu'il a bien voulu nous prodiguer.

M. le Professeur Nicolas, dont les conseils si compétents ont beaucoup facilité notre tâche, a bien voulu mettre à notre disposition le matériel de son laboratoire.

Nous profitons de l'occasion qui nous est offerte ici pour lui exprimer tous nos remerciements et l'assurer de notre vive reconnaissance.

M. le Professeur Bretignière de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon, membre de l'Académie d'Agriculture, et M. Godfernaux, ingénieur agricole, auteurs d'un ouvrage remarquable sur *L'ensilage des fourrages verts*, ont bien voulu nous donner des directives pour l'édification de cette thèse.

Nous les assurons ici de notre profond respect.

HISTORIQUE DE L'ENSILAGE

La pratique de l'ensilage est connue depuis fort longtemps. Les anciens Egyptiens, les Romains, les Phéniciens appliquaient cette méthode principalement à la conservation des grains. En France, les écrits relatifs à l'ensilage ne datent que du xix^e siècle environ.

En 1786, un Anglais, Symonds, mentionne que les Italiens conservaient les feuilles fraîches dans des fûts enterrés dans le sol en vue de la nourriture du bétail pendant l'hiver.

Johnston, en 1843, publie un article sur la conservation en vert dans les fosses. En 1861, Reilhem, industriel à Stuttgart, signale l'ensilages de maïs sans hachage préalable.

En 1863, les habitants du Mont-Dore conservent des feuilles pour la nourriture de leurs chèvres.

Le comte Rœderer et Louis de Vilmorin, vers 1870, signalent la réussite de leurs ensilages.

A partir de cette date, l'agriculteur suit avec plus d'intérêt les progrès réalisés dans cette voie, mais, par

méfiance, il n'osait pas risquer la totalité de ses récoltes fourragères dans une entreprise aussi aventureuse.

Ce n'est qu'en 1873 que Goffart publie son livre *Maïs et Ensilages*.

Ses premiers essais d'ensilage de maïs à la ferme de Burtin datent de 1852. Excellent praticien, observateur avisé, l'auteur expose avec détails et précisions la pratique de sa méthode.

Ses premières expériences portent sur du maïs non haché, mais les résultats sont décevants. Ce n'est qu'à force de persévérance qu'il parvient à perfectionner son procédé pour obtenir par la suite des ensilages remarquables.

Pour réaliser une bonne conservation, dit-il, il faut observer les règles suivantes :

I. — Hacher le maïs à la longueur de 1 cm. environ ;

II. — Exercer une pression de 400 à 500 kilos par m² sur le couvercle mobile du silo, la compression ne devant pas aller jusqu'à faire suinter le jus du fourrage.

D'un bout à l'autre de son livre, l'auteur se montre enthousiasmé par les résultats et attribue pour une grande part à l'ensilage la prospérité toujours croissante de son domaine de Burtin.

Il ajoute : « Mes maïs, mes seigles verts, mes fourrages de toute espèce, ont à peine changé de couleur après huit à dix mois d'ensilage. Servis comme nourriture

exclusive à mes animaux, ils produisent les mêmes quantités de lait, de beurre; même saveur, même coloration de ce dernier. Ce sont ces résultats constatés depuis plusieurs années qui m'ont autorisé à formuler cette conclusion : « Le problème n'est plus à résoudre, il est résolu. »

Les dures gelées du printemps de l'année 1874 avaient contrarié la pousse des herbes. Lecouteux dans son domaine de Cercay cultiva du maïs en juin, le mit en silo en octobre, et ce fut là sa seule planche de salut. L'aliment parfaitement conservé lui permit de maintenir en excellent état tout son bétail. Son livre, *Maïs et autres fourrages verts*, est un exposé judicieux des plantes susceptibles d'être ensilées, et de la technique à suivre.

En 1883, Cormouls-Houles pratique l'ensilage en meules sous des hangars. Son traité *vingt-sept ans d'agriculture pratique* est consacré à l'étude complète des fosses portant encore son nom.

Puis, peu à peu, l'ensilage se répand dans nos campagnes; mais malgré des résultats encourageants il n'est adopté que par un nombre très restreint de praticiens.

En 1920-21, l'extrême sécheresse entraîne une récolte déficiente. En 1922-24, la fenaison est rendue difficile par des pluies persistantes. Le cultivateur poussé *in extremis*, dans la crainte de disette fourragère, a recours à l'ensilage. Ce fait donne à la méthode une impulsion nouvelle.

A partir de ce moment, on voit apparaître en France des silos verticaux. D'année en année leur nombre augmente, et cela pour le grand bien de notre agriculture nationale.

Cinq cents silos de construction française ou étrangère sont actuellement en usage en France.

En Suisse, l'ensilage fait son apparition en 1874. C'est Schatzmann qui, à notre époque, préconise cette pratique.

Sous son impulsion, la question prend une certaine importance, mais les efforts ne sont pas poursuivis, et tout tombe dans l'oubli.

Peu avant la guerre, Mesmer et Sonderegger font de l'ensilage doux.

L'ensilage est de moins en moins employé en Suisse, cela pour des raisons que nous donnerons dans un autre chapitre de notre exposé.

Les Américains, toujours soucieux du côté pratique, comprennent dès le début la haute portée économique de l'ensilage et en font bénéficier leurs exploitations.

Les premiers essais datent de 1876.

En 1882, une grande conférence tenue à New-York, sous la présidence de Mr. J. B. Brown, réunit les 92 propriétaires de silos. Tous furent unanimes à proclamer la valeur du procédé.

Le congrès de New-York est l'origine du développement de l'ensilage.

Les statistiques suivantes en font preuves :

1882	91 silos
1914	591.000 silos
1921	1.231.000 —

En Allemagne, on compte en ce moment 5.000 silos. Enfin, citons que, dans le Turkestan, les îles de la Polynésie, l'ensilage est pratiqué déjà depuis fort longtemps.

Les statistiques précédentes montrent l'infériorité de la France vis-à-vis des autres nations.

Le 27 mars 1927 à Toulouse des personnalités scientifiques et agricoles réunies en Congrès ont regretté le nombre minime des silos verticaux actuellement en usage en France; ce fait est d'autant plus regrettable, disent-ils, que l'initiative du procédé, sa mise en pratique, sont l'œuvre d'un Français dont le nom ne doit plus être ignoré : nous parlons ici de Goffart.

PLANTES A ENSILER

Sous tous les climats l'ensilage est possible, tous les fourrages verts sont susceptibles d'être conservés.

Le cultivateur a donc toute latitude dans le choix de la plante; il doit donner la préférence à celle qui, étant la meilleure, lui fournit un haut rendement. En augmentant ainsi ses réserves fourragères, il peut sur une même surface entretenir un cheptel plus nombreux. C'est le but vers lequel doivent tendre les efforts d'un éleveur consciencieux.

Pour la commodité de l'exposé nous diviserons les plantes d'ensilage en 3 catégories :

I. — *Graminées.*

II. — *Légumineuses,*

III. — *Plantes spontanées.*

I. — *Graminées.* — citons en tout premier plan le *maïs* qui est la plante d'ensilage par excellence. Elle croît sous des climats variés; semée au mois de mai dans une terre riche, bien drainée, cette plante se développe

rapidement, et donne à l'exploitant une récolte des plus abondantes. On cite dans certaines exploitations des rendements de 100.000 kilos de fourrage vert à l'hectare. Le maïs doit se développer au maximum avant les gelées d'automne; il convient donc d'être judicieux dans le choix de la semence. Le maïs consommé à l'état vert est un aliment excellent pour la vache dont il augmente le rendement laitier.

Bientôt les tiges se lignifient, deviennent indigestes; trouver un moyen de conserver à cette plante toutes ses qualités d'aliment idéal devenait un besoin impérieux.

En s'adressant à l'ensilage, Goffart et Lecouteux obtiennent des résultats remarquables et constants.

Le maïs est récolté quand les grains sont lustrés et dentés. A cette époque les feuilles inférieures commencent à jaunir; la plante contient alors le maximum d'éléments nutritifs.

En France, l'ensilage d'avoine, de seigle, est pratiqué couramment, en mélange avec les légumineuses. La récolte se fait au moment où le grain est laiteux. Ces graminées apportent les hydrates de carbone propres à favoriser la fermentation lactique.

II. — *Légumineuses*. — Parmi lesquelles, la vesce, le trèfle, la luzerne, le pois gris.

La vesce est une plante qui verse souvent; au contact du sol humide les tiges se recouvrent de terre. Or, il

est démontré que pour faire un bon ensilage, il faut que les plantes soient exemptes d'altérations, autrement elles sont impropres à contracter la fermentation lactique la plus favorable de toutes.

Il faut obvier à cet inconvénient. Dans ce but les ensileurs modernes sèment à l'automne des mélanges de vesce et d'avoine. La céréale sert de tuteur à la légumineuse qui reste saine à sa base.

Les trèfles et les luzernes peuvent être ensilés seuls; la coupe se fait au moment de la floraison, choisir de préférence des luzernes enherbées.

Le pois gris, dont la culture prend une extension croissante en Amérique, est encore peu connu en France. Son goût particulier le fait apprécier des vaches et des brebis.

Toutes les plantes de cette famille sont riches en protéines. Leur valeur alimentaire est donc très grande; elles conviennent de préférence pour les vaches laitières.

Herbes de prairies. — Dans les régions humides de notre Normandie, dans le pays d'Auge où la question du foin est un problème, le régime des pluies persistantes que nous subissons depuis plusieurs années menace de rendre particulièrement pénibles les travaux de la fenaison.

L'ensilage des herbes de prairies est donc appelé à y rendre de précieux services.

L'herbe est coupée verte alors que les fleurs commencent se faner.

A Nonant-le-Pin, M. Corbière a obtenu pleine satisfaction de ses ensilages d'herbes de prairies dans des meules en plein air. Le fourrage ne subit aucune division préalable, le tassement se fait de lui-même; la fermentation est des plus régulières.

III. — *Plantes spontanées.* — Au Maroc, durant les mois chauds et humides du printemps, la végétation est luxuriante. Le colon a donc toute latitude pour mettre en réserve une quantité importante de fourrages verts. Les disettes fourragères si fréquentes dans ces pays peuvent ainsi être évitées. L'ensilage de plantes spontanées qui présente tant d'intérêt en Amérique du Sud doit être pratiqué sur une plus large échelle en France. De nombreuses plantes peuvent être ensilées. Les fourrages utilisés comme litières dans certains pays peuvent donner par ensilage du fourrage de qualité moyenne. Les herbes qui poussent sur le bord des ruisseaux, le long des routes, sont les plus souvent utilisées. M. Rohaut qui exploite dans le Pas-de-Calais une ferme importante, emploie les herbes grossières qui poussent sur les bords de l'Authie; par fenaïson ces plantes donnent un foin de mauvaise qualité; en les ensilant mélangées avec de la vesce ou du maïs, M. Rohaut obtient un aliment d'excellente qualité bien accepté par les vaches laitières.

En rendant ces herbes plus tendres et plus appétissantes, l'ensilage doit rendre dans certaines régions pauvres de réels services. Le cultivateur peut ensiler des herbes grossières, qui sans cette méthode auraient été inutilisables; en augmentant ses réserves fourragères, il a la possibilité de nourrir un cheptel plus nombreux et d'augmenter ses bénéfices. N'est-ce pas là l'idéal du praticien d'aujourd'hui ?

DIFFERENTS TYPES DE SILOS

Le silo est le réservoir où sont emmagasinés les fourrages en vue de leur conservation en vert.

Le principe fondamental du silo est le suivant : *Soustraire le fourrage à l'influence de l'oxygène de l'air.* Pratiquement, ce principe ne peut être suivi à la lettre. C'est pourquoi on s'est efforcé de construire des appareils de plus en plus perfectionnés, et réalisant, dans la mesure du possible, le but idéal énoncé plus haut ; d'où la diversité des silos qui se sont succédé.

Silos en fosses. — Ce sont les plus simples. Etablis sur le lieu même du travail, ils évitent les transports onéreux, et les manutentions répétées. La fosse est drainée ou non suivant la nature du terrain. On y entasse le fourrage en ayant soin toutefois de piétiner énergiquement le long des parois du silo. Le fourrage se termine par un dôme, car une dépression a tendance à se former au centre du tas. Dans les climats secs, ce système donne d'excellents résultats. Dans les pays humides le fourrage, au contact des parois, s'altère, moisit,

devient impropre à la consommation. Pour diminuer les pertes on cimente les parois.

C'est ce qui a été réalisé dans le silo du type Cormouls-Houles. Les surfaces exposées à l'air sont moins grandes, d'où perte de fourrage moins considérable. Le silo est recouvert de paille, puis de terre, et l'on s'efforce à réaliser approximativement une pression de 400 à 500 kilos au m². C'est certainement le mode d'ensilage le plus rudimentaire, celui qui est employé par les agriculteurs ne pratiquant qu'irrégulièrement ce mode de conservation.

Silos Hangars. — Dans les climats humides, les pluies persistantes ont pour effet de laver le fourrage. Une partie des éléments nutritifs est entraînée par les eaux. On préconise alors l'emploi du silo-hangar qui consiste en une fosse à parois cimentées, coiffée d'une couverture. Des matériaux divers et banaux (pierres, morceaux, de bois, etc...) entassés sur le fourrage assurent la compression nécessaire.

Silos Meubles. — Ils sont très répandus en Normandie. Monsieur Corbière, à Nonant-le-Pin, les utilise depuis de nombreuses années et se montre très satisfait des résultats obtenus.

Le silo a une forme rectangulaire dont les dimensions varient suivant la quantité de fourrage à entasser.

Le haut du silo est garni de fourrages sur lesquels on exerce une pression de 4 à 500 kilos par m².

Les meules sont édifiées dans la prairie même, et le fourrage est distribué aux animaux au fur et à mesure des besoins.

Silos Electriques. — C'est un procédé très moderne mais pratiquement inutilisable, en raison du prix prohibitif du courant.

Le fourrage ensilé sert de conducteur électrique. Sa résistance au passage du courant provoque son échauffement.

Silos Tours. — C'est à dater de 1890 que les premiers appareils commencent à fonctionner. Les Américains ont été les premiers à les employer. La forme arrondie est reconnue la meilleure, car, en supprimant les angles, le tassement est plus régulier, les pertes sont moins grandes.

DESCRIPTION DU SILO VERTICAL

Le silo repose sur une fondation résistante en ciment armé, capable de supporter le poids de l'appareil et de son contenu.

Il se compose d'une série de feuilles de tôle cintrées superposées les unes aux autres et réunies entre elles par des boulons.

Au moment du montage, il est nécessaire de veiller à la bonne confection des joints; on l'obtient en mettant entre les nervures des tôles un mastic spécial. L'étanchéité du silo joue un rôle primordial dans la réussite de tout ensilage.

A chaque virole se trouve une porte percée dans la tôle. Ces portes sont situées dans un même axe vertical, sont fermées de l'intérieur et soigneusement mastiquées au fur et à mesure du chargement du silo.

Ces portes servent par la suite de voie de décharge. Toutes ces ouvertures donnent sur une cheminée ou *chute*, conduit en tôle qui se trouve raccordé au silo par une série de boulons.

Dans cette chute, une échelle fixe permet l'accès aux portes. Le silo métallique est surmonté d'un capuchon ou *toit* de forme variable, percé d'une ouverture où s'engage le tube de montée des fourrages.

Ce tube est démontable. On le retire après chaque période d'ensilage, afin d'éviter son oxydation.

Le silo moderne doit satisfaire aux conditions suivantes :

- a) *Etre élanche ;*
- b) *Etre conducteur de la chaleur ;*
- c) *Avoir des parois lisses et inattaquables par les acides.*

Le silo en tôle du type américain requiert ces trois conditions. Sa paroi interne, lisse, est inattaquable par les acides grâce à l'emploi d'un enduit spécial à base de goudron de bois. A l'heure actuelle de nombreux industriels construisent des silos : en bois, en tôle, en brique, en ciment armé.

Tous ces appareils ont leurs avantages et leurs indications; ils donnent tous de bons ensilages à condition que le montage soit parfaitement réalisé.

Dans tous silos verticaux, la compression du fourrage se fait elle-même, grâce à la hauteur de la masse ensilée. Les pertes sur les bords sont réduites au minimum.

Pour l'instant le silo tour présente la conception la plus moderne. En joignant l'utilité à l'esthétique, le silo vertical est devenu un objet de toute première

nécessité. Malheureusement nombreux sont les cultivateurs qui sont arrêtés par son prix d'achat. Il est bien évident que cet appareil représente un capital, une mise de fonds importante; mais si l'on tient compte, d'une part, que ce capital peut être amorti sur plusieurs années; si, d'autre part, on considère les multiples et précieux services rendus par un silo : plus de disette, une nourriture abondante naturelle, rafraîchissante, et partant plus productive; si, enfin, et ce n'est pas peu, on établit un parallèle entre le prix du silo et la valeur totale du cheptel, on conviendra avec les Américains que le silo est une bien merveilleuse acquisition, et qu'à la rigueur on peut se passer d'une maison, mais qu'une exploitation agricole vraiment moderne est inconcevable sans silo.

REEMPLISSAGE DU SILO

Le remplissage du silo vertical est rendu facile par l'emploi de la machine à ensiler. Elle se compose d'un plateau-volant muni, d'une part, de couteaux, dont le rôle est de donner au fourrage une longueur déterminée (2 à 5 cm.), d'autre part, de palettes, qui, jouant le rôle de ventilateur, projettent le fourrage divisé à l'intérieur même du silo.

La récolte est coupée le matin à la rosée, ensilée le jour même. Un homme piétine énergiquement le fourrage haché, principalement sur les bords du silo.

Ce travail mécanique a pour but d'assurer un tassement hermétique, de chasser l'air de la masse ensilée.

Le chargement complet du silo demande une huitaine de jours environ. Cette façon d'opérer permet d'obtenir un ensilage de toute première qualité avec le minimum de frais.

Goffart dit à ce sujet :

« Ne remplissez pas vite le même silo ; mais arrangez-

« vous de manière à en remplir plusieurs à la fois, afin
« de permettre au tassement de mieux se produire.

« En rechargeant un silo commencé d'une couche de
« maïs frais de 50 cm. par jour, on entrave suffisamment
« la fermentation pendant l'ensilage. Le tassement
« spontané aura été tel au bout de 7 à 8 jours que l'affais-
« sement ne dépassera pas $1/10$ de la hauteur totale. »

FERMENTATION DANS LE SILO

Le fourrage une fois coupé est amené au silo; finement haché il est soufflé à l'intérieur de celui-ci.

Supposons, ce qui est toujours permis, que le fourrage s'accumule tel quel dans le silo. Examinons dans les jours qui suivent les phénomènes qui vont se produire dans l'épaisseur du fourrage.

Les plantes à l'état normal respirent; elles absorbent de l'oxygène et rejettent du gaz carbonique (Co^2). Par suite des blessures occasionnées par l'ensileuse, la respiration s'accélère; la température s'élève rapidement, les plantes périssent, les cellules se désorganisent, les matières fermentescibles sont mises en liberté. Les *Bacillus mesentericus* et *subtilis* agissent dans un milieu oxygéné qui se renouvelle constamment. La température atteint 70° et reste assez longtemps stationnaire. Il y a une grande perte de matières nutritives et production d'un foin brunâtre, foin charbonné impropre à l'alimentation de nos animaux domestiques.

Les température élevée et prolongée permet d'ex-

pliquer la combustion spontanée du foin dans nos greniers.

Mais l'ensilage vise un autre but : le praticien doit s'ingénier à conserver à ses fourrages verts leur maximum d'éléments nutritifs tout en les rendant plus assimilables. Un facteur important de réussite est le *lassement de fourrage*.

Un homme à l'intérieur du silo piétine énergiquement la matière hachée, principalement sur les bords afin d'exclure le matelas d'air compris entre les tiges.

Que se passe-t-il alors ? Les plantes respirent avec une intensité croissante, la température s'élève rapidement. Il arrive un moment où l'oxygène faisant défaut, la plante s'asphyxie. La température baisse. Il se produit alors une fermentation intra-moléculaire ou intra-cellulaire qui se fait par l'intermédiaire des enzymes.

Pendant cette période de lutte, la plante prend l'oxygène au sein même de ses tissus, cela en décomposant les hydrates de carbone.

Il se forme dans la masse de fourrages ensilés de l'acide lactique qui est le but que tout ensileur doit atteindre. Il se dégage du gaz carbonique et de la vapeur d'eau.

L'acide lactique formé empêche le développement des microbes nuisibles. Cette propriété est de la plus haute importance pour l'ensilage. Le ferment butyrique, par exemple, ne peut vivre en milieu acide.

Les résultats obtenus sont différents suivant les températures enregistrées à l'intérieur du silo.

C'est à 55° que la fermentation lactique s'opère le mieux.

Si la température atteint 40°-35°, il se produit dans le silo une fermentation butyrique due aux bacilles butyriques provenant de la surface des herbes souillées.

Le tassement est un facteur important dans la réussite de tout ensilage; grâce à lui la température peut être réglée à l'intérieur du silo, permettant ainsi d'obtenir une des deux fermentations envisagées plus haut.

Il faut tenir compte également :

1° Du degré de maturité.

2° De l'état d'humidité des plantes.

Degré de maturité.

Au début de la floraison, les plantes sont riches en eau de constitution; elles présentent à ce moment une grosse valeur nutritive, mais cette période est de courte durée.

A la fructification, les réserves s'insolubilisant les tissus végétaux s'indurent; à ce moment le fourrage devient grossier, dur, indigeste.

Le praticien qui doit faire consommer en vert sa récolte ne dispose que d'un temps très limité s'il veut

utiliser ses plantes alors qu'elles sont le plus digestibles.

C'est l'avantage de l'ensilage de conserver aux plantes coupées au moment opportun toutes leurs qualités nutritives et leur grande digestibilité.

Nous avons d'ailleurs relaté, au moment de l'étude des plantes d'ensilage, le moment opportun de fauchaison de chacune d'elles.

Etat d'humidité.

Il joue un rôle important dans la fermentation. Le fourrage sec est élastique, son tassement est difficile, par suite l'ensilage est défectueux. Pour obvier à cet inconvénient, le fourrage est arrosé. Dans le cas de fourrage par trop humide, celui-ci est peu tassé, la fermentation est rapide; on espace les chargements, l'épaisseur des couches est réduite (Brocq, Rousseau et Gain).

Le taux d'humidité des herbes à ensiler ne dépassera pas autant que possible 70 %.

Rapidité du chargement. — On obtient suivant les cas un ensilage doux ou un ensilage acide.

Ensilage doux lactique. — Le remplissage du silo se fait ainsi : Un pied de cuve est établi au centre même du silo; le fourrage est peu tassé, très aéré; il s'échauffe rapidement jusqu'à atteindre 50° C. A ce moment, la

température favorable pour l'ensilage doux lactique étant réalisée, on piétine énergiquement le fourrage, principalement sur les bords du silo.

Une nouvelle couche de fourrage, 50 cm. environ, est ajoutée, elle s'échauffe au contact du fourrage sous-jacent et est traitée comme la première. Le chargement se poursuit tous les jours par couche de 50 cm. Le remplissage est terminé en 8 à 10 jours et le silo est rempli au maximum de sa capacité utile.

Ensilage acide butyrique. — Dans ce cas le remplissage du silo est rapide et s'effectue le jour même. La température se maintient « basse » une fermentation butyrique s'établit dans la masse des fourrages ensilés.

Pour diminuer les pertes dans le silo, il est conseillé de recouvrir le dernier chargement par des fourrages grossiers (pailles, feuilles).

Cette couche superficielle, bien vite saturée par l'humidité, forme un couvercle qui isole le fourrage fermenté du contact extérieur.

Théorie de Dorner. — Nous avons vu que suivant le mode de remplissage du silo, la fermentation devient soit lactique, soit butyrique.

Le Dr Dorner, ingénieur agronome, se base, pour expliquer la technique des deux sortes d'ensilage décrites plus haut, sur la différence de composition chimique des diverses plantes.

Les une sont riches en hydrate de carbone, maïs, graminées.

Les autres sont pauvres en hydrate de carbone, mais riches en matières azotées; citons les légumineuses.

Plus la plante est riche en hydrate de carbone dit le Dr Dorner, mieux se fera la fermentation lactique.

D'après cet auteur, il y a deux ensilages lactiques :

a) *Un ensilage lactique à haute température.*

b) *Un ensilage lactique à basse température.*

a) *Ensilage lactique à haute température.* — On facilite l'échauffement du fourrage en tassant peu le fourrage au début, en constituant un pied de cuve. La température est voisine de 55°. Avec des fourrages peu riches en hydrate de carbone, le remplissage lent permet d'obtenir un bon ensilage lactique.

b) *Ensilage lactique à basse température.* — Dorner envisage l'ensilage du maïs, plante très riche en hydrate de carbone. Le maïs haché est projeté dans le fond du silo, de suite on le piétine fortement. Il se produit dans les jours qui suivent une élévation de température, les plantes respirent avec une intensité croissante, mais bientôt le peu d'air disponible est épuisé et remplacé par CO_2 . La respiration intramoléculaire a lieu; il y a lutte contre l'asphyxie et formation d'acide lactique à base des hydrates de carbone très abondantes contenus au sein des tissus végétaux. La température ne dépasse

pas 25 à 30° C. Il est facile de mettre en évidence dans la masse du fourrage une quantité prodigieuse de ferments lactiques sous forme de longs bâtonnets. L'acide lactique produit donne un milieu antiseptique qui entrave la vie des microbes nuisibles.

Donc, même à basse température, il est facile d'obtenir une fermentation lactique. Il faut pour cela ensiler des fourrages riches en hydrates de carbone.

Comment agissent ces deux fermentations

a) *La fermentation lactique haute* par suite d'une température prolongée à 55° amène une *pasteurisation* du milieu. Les espèces microbiennes sont détruites; seuls les ferments lactiques se développent avec un maximum d'intensité.

b) *La fermentation lactique basse*. — Dans celle-ci la fermentation lactique s'établit d'emblée, le milieu de culture étant favorable. Ici, il faut faire jouer un rôle important à l'acide lactique qui possède un rôle *antiseptique*.

Mélange de plantes d'ensilage.

Pour qu'une bonne fermentation s'établisse, il faut des plantes riches en hydrates de carbone.

Tous les fourrages ne réalisent pas cette condition; aussi s'est-on ingénié, surtout durant ces quelques

dernières années, à faire des mélanges de plantes d'ensilage afin d'obtenir un milieu de culture favorable.

L'avoine, le maïs, les graminées en général sont riches en hydrate de carbone et peuvent être ensilés seuls.

Les légumineuses, les herbes de prairies sont peu riches en hydrate de carbone, mais abondamment pourvues de matières protéiques. Chez ces plantes la fermentation lactique s'établit difficilement; en Allemagne on a conseillé le mélange d'herbes de prairie avec des hydrates de carbone bon marché tels que la mélasse par exemple.

Frolich obtient des résultats excellents en additionnant l'herbe avec 5 % de flocons de pomme de terre.

MM. Bretignière et Godfernaux conseillent les mélanges suivants :

2/3 légumineuses : 1/3 céréales.

Mélange de trèfle : maïs.

Mélange de seigle : vesce.

Le maïs et le regain de luzerne associés donnent d'excellents résultats. C'est une heureuse application de l'ensilage des fourrages verts d'arrière-saison, en supprimant la fenaison si délicate à cette époque.

Ces mélanges acquièrent ainsi une plus grande valeur alimentaire.

**Ensemencement du silo
par ferments lactiques sélectionnés.**

(*Procédé Crolbois*)

En Normandie, pays d'herbages, les herbes de prairies, peu riches en hydrate de carbone, sont les seuls fourrages susceptibles d'être ensilés. Or, il est démontré que les plantes peu riches en sucre, trop humides, sont inaptes à contracter la fermentation alcoolique.

L'ensemencement du silo s'imposait, et c'est un chef de laboratoire de l'Institut Pasteur de Paris, M. Crolbois, qui résolut ce problème délicat en parvenant à sélectionner des ferments lactiques dont la température d'existence et de multiplication est voisine de 30 à 50°C.

C'est un mélange de ces deux sortes de ferments, connu dans le commerce sous le nom de *lacto-pulpe*, que M. Crolbois préconise pour l'ensemencement du silo vertical.

Préparation du lacto-pulpe.

Ces ferments lactiques sont cultivés dans du jus d'oignon, jus de navet, auquel on ajoute, par litre de bouillon, 20 gr. de lactose et 10 gr. de saccharose plus une légère quantité de phosphate d'ammoniaque.

Le milieu de culture favorable permet une multiplication rapide des ferments; le bouillon est centrifugé et le dépôt est mis dans une infusion de plante sucrée.

Par la suite la décantation se fait par moitié et on complète à un litre avec un bouillon neuf.

Cette préparation est d'un emploi facile et d'un prix abordable. Livré en flacons hermétiquement fermés de 1/2 l. à 1 l., ce liquide est dilué à raison de 1 litre par 30 litres d'eau environ.

L'ouvrier chargé, à l'intérieur du silo, d'étaler et de piétiner le fourrage, pulvérise à la surface de celui-ci de temps à autre, le liquide d'ensemencement. Un silo de 100 tonnes nécessite 2 litres de lacto-pulpe diluée dans 60 litres d'eau environ.

Les ferments lactiques prédominent dans le milieu, s'y multiplient, y produisent l'acide lactique favorable à une bonne conservation.

Cette méthode a donné en Normandie d'excellents résultats.

Monsieur de Kergolay à Castilly (Calvados) ensile du regain très humide (83 % d'eau) qu'il ensème avec du lacto-pulpe. Le produit obtenu est d'excellente qualité, riche en ferments lactiques.

Sans ensemencement, l'ensilage serait franchement butyrique.

Monsieur Aveline emploie le lacto-pulpe d'une façon courante pour l'ensilage de ses regains de prairies.

Le fourrage conservé est d'excellente qualité et bien accepté par le bétail.

Ensilage défectueux.

- a) Ensilage moisi;
- b) Ensilage charbonné.

a) *Ensilage moisi.* — Se voit quand le silo n'est pas étanche. Les moisissures peuvent vivre en milieu acide, l'acide lactique leur sert de nourriture, elles le brûlent et préparent ainsi le terrain aux bactéries de la putréfaction (Dorner).

Mais, ce phénomène ne s'observe qu'au contact de l'air. Un silo aux joints mal faits est susceptible de donner un ensilage moisi, dangereux pour le bétail.

b) *Ensilage charbonné.* — Dû à un tassement défectueux. L'oxygène constamment renouvelé favorise les oxydations, ce qui provoque la perte de toutes les substances nutritives.

Transformations subies par le fourrage au cours de l'ensilage

Par suite de ces fermentations, le fourrage subit des transformations.

Les hydrates de carbone donnent l'acide lactique nécessaire pour assurer la bonne conservation du fourrage.

Les matières albuminoïdes sont dégradées lors d'ensi-

lages défectueux. Il se forme à partir de ces matières des bases xanthiques, des amides, de l'acide butyrique, de l'ammoniaque. Ce sont les bacilles mycoïdes et tyrothrix qui interviennent le plus activement. Les matières grasses sont peu transformées, de même que les matières minérales.

Dans la fermentation lactique, les pertes sont réduites au minimum. Il n'en est pas de même pour la fermentation butyrique, qui occasionne des pertes importantes de matières nutritives.

Autre mode de conservation

Ensilage Crémasque. — La conservation du fourrage est assurée par une atmosphère de gaz carbonique; à l'intérieur du silo se trouve un lourd couvercle pesant fortement sur le fourrage. Le gaz carbonique qui se dégage agit ici comme agent conservateur. Cette méthode très employée en Italie et dans le Midi de la France a l'avantage de pouvoir conserver avec succès des fourrages à demi fanés. En Italie, on tend de plus en plus à supprimer le couvercle pesant.

EXAMEN DES FOURRAGES ENSILES

La période de stabulation est venue : le praticien soucieux de la nourriture parfaite de ses animaux songe à utiliser le contenu de son silo.

Plusieurs mois se sont écoulés depuis le remplissage ; la température du fourrage ensilé est sensiblement égale à la température extérieure, la fermentation est arrêtée ; le milieu est antiseptique, le fourrage peut se conserver de longs mois, des années, sans changer de qualité.

Le « couvercle » du silo formé de paille, de feuilles transformées en une boue épaisse est enlevé, le fourrage ensilé apparaît avec différents caractères.

Comment se présente-t-il ?

Tout dépend de la fermentation à l'intérieur du silo.

a) *Fermentation lactique.* — L'odeur du fourrage est agréable, alcoolique ; la couleur plus ou moins brunâtre (tabac anglais).

b) *Fermentation bulyrique.* — Dans cet ensilage, l'odeur est franchement acide, vinaigrée; goût désagréable, perceptible à de grandes distances.

Ensilage charbonné. — Obtenu quand la température dans le silo a atteint 70 à 80°, le fourrage est cuit, noirâtre, dur, se casse par plaques, donne beaucoup de poussières.

Ensilage moisi. — Le fourrage est pourri, réduit en une sorte de boue noirâtre, dégageant une odeur caractéristique.

Par le seul examen de l'odeur du fourrage, il est facile de se rendre compte de la qualité de l'ensilage.

Densité : 700 à 800 kilos au m³.

Consistance. — Le fourrage est devenu plus tendre, la mastication est moins pénible, la perte d'énergie moins grande. Ces aliments sont imprégnés du jus de fermentation qui les rend plus appétissants.

Prise de l'échantillon

Le praticien est anxieux de connaître la composition chimique de son fourrage ainsi que sa valeur nutritive.

Le silo étant entamé, deux échantillons pesant chacun un kilo environ sont prélevés à un mètre au moins au-dessous du niveau du fourrage consommable, l'un au centre, l'autre à la périphérie, car il est intéressant par la suite de comparer les deux analyses.

Le fourrage est très tassé dans des boîtes en fer blanc,

hermétiquement closes. Pour arrêter les fermentations en cours de route, certains ensileurs recommandent l'addition au fourrage de quelques gouttes de formol. Cette méthode semble donner de bons résultats.

Analyse des fourrages ensilés.

L'échantillon arrive au laboratoire. Dans le plus bref délai le fourrage est retiré en totalité de la boîte et coupé en fins morceaux avec des ciseaux.

Il est pesé deux lots de 150 grammes de fourrage.

Le premier est mis à macérer dans un bocal contenant 500 cm³ d'eau.

On y ajoute quelques gouttes de formol pour éviter les fermentations nuisibles.

La macération dure 24 heures. De temps en temps, le flacon est agité pour parfaire le contact du liquide et du fourrage.

L'autre lot est mis à l'étuve durant 24 heures dans une capsule au préalable tarée. Le fourrage se dessèche, devient brisant, par pesée par simple différence on obtient le taux d'humidité du fourrage.

Le fourrage séché, retiré de l'étuve, est finement pulvérisé dans un moulin.

C'est sur cette poudre que se fait l'analyse chimique.

Le liquide de macération est filtré sur papier, c'est sur le filtrat que se fait le dosage de l'acidité.

Dosage de l'acidité.

I) **Acidité totale.** — La recherche porte sur 10 cm³ du liquide. On ajoute quelques gouttes d'indicateur, de phénol phtaléine par exemple, la liqueur titrée de soude contenue dans une burette graduée est ajoutée goutte à goutte. On note le moment exact où la coloration rosée apparaît. Le simple examen du niveau du liquide dans la burette donne par différence le nombre de cc³ employé.

II) **Acidité volatile libre.** — 110 cm³ liquide de macération sont mis dans un ballon à fond rond.

Par distillation, il est recueilli 100 cm³ de liquide sur lequel il sera fait la détermination de l'acidité (même méthode que précédemment).

Quand on veut avoir l'acidité volatile libre fractionnée il est recueilli au fur et à mesure de la distillation 10 échantillons de 10 cm³; sur chacun d'eux il sera fait une prise d'acidité.

III) **Acidité volatile combinée.** — Aux 10 cm³ restant dans le ballon il est ajouté 100 cm³ d'eau distillée et 1 cm³ d'acide sulfurique. Après distillation on recueille 100 cm³ sur lesquels on détermine l'acidité.

Analyse chimique des matières sèches.

Dosage de l'humidité restante. — Dans une capsule en platine au préalable tarée, il est déposé 5 gr. de

matières finement pulvérisées. Le tout est mis à l'étuve à 100° pendant 5 heures. Par pesée de la capsule, et par différence, il est facile de déterminer le taux de l'humidité restante — 2 à 3 % environ.

Dosage des cendres. — La détermination quantitative des cendres se fait sur la poudre préalablement desséchée et par incinération. La calcination est lente, à une température légèrement inférieure au rouge; par la suite, la capsule est tarée et par simple différence le poids des cendres est connu.

Dosage de la cellulose brute. — Méthode de Wende. — L'analyse porte sur 5 gr. de matières sèches qui sont mises dans un vase; on y ajoute 5 cc³ d'acide chlorhydrique plus 200 cc³ d'eau. Le tout est soumis à l'ébullition durant 30 minutes. Au fur et à mesure que le liquide se concentre il est indiqué d'ajouter un peu d'eau distillée. Le liquide est versé sur filtre métallique ou en soie N° 200.

La matière qui se trouve sur le filtre est additionnée de 200 cm³ d'eau plus 10 cm³ d'une solution de soude à 30 %.

Le tout est soumis à l'ébullition durant 30 minutes en ayant soin d'éviter une concentration trop grande.

Il est procédé à un nouveau filtrage sur tamis. Puis on fait un lavage de la substance avec une solution chlorhydrique pour enlever la basicité du milieu. L'ébullition dure 5 minutes. On filtre. Un lavage abondant

s'impose pour enlever toute l'acidité. Le produit est mis à l'étuve durant 12 heures, jusqu'à poids constant. On pèse ensuite.

Matières grasses. — La recherche de la matière grasse, d'une durée de 5 heures environ, se fait par épuisement Soxhlet de 5 grammes de poudre par l'éther.

Ce liquide volatil accomplit un circuit fermé sur le trajet duquel se trouve une capsule renfermant la substance à dégraisser.

En fin d'opération, le liquide double est soumis à une évaporation dans une capsule tarée; l'éther s'évapore. On dessèche à l'étuve et on pèse. Par pesée, il est facile de déterminer le poids de matière grasse.

Dosage de l'azote. — S'effectue par la méthode de Kjeldal. A 1 gr. de substance, on ajoute quelques cristaux de sulfate de cuivre, quelques gouttes de mercure et 30 cm³ d'acide sulfurique pur. Le ballon est chauffé durant 3 heures.

Au bout de ce temps, on ajoute dans le flacon de l'eau distillée, puis on transvase dans le ballon de l'appareil d'Aubin; on rince à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, on ajoute 120 cm³ d'une solution de soude à 30 % et 10 cm³ de sulfure de sodium pour éliminer le mercure. On introduit, enfin, quelques fragments de pierre ponce dans le ballon que l'on adapte au réfrigérant, on dis-

tille, on recueille le liquide dans un excès d'acide sulfurique titré.

L'ammoniaque se dégage, reconnaissable car il bleuit le tournesol; il se forme du sulfate d'ammoniaque; en fin d'opération on dose l'acide sulfurique non combiné.

Taux d'Azote $\times 6,25$ donne la teneur en protéine brute.

Extractifs non azotés.

Se calculent par différence.

100 — (taux % de protéine + matière grasse + cellulose brute + humidité + cendres) = extractifs non azotés.

Avant de passer aux analyses faites au Laboratoire Grandeau, qu'il nous soit permis de présenter tous nos remerciements à M. Sirot, ingénieur agronome, chimiste de ce Laboratoire.

Il a su nous initier aux analyses toutes spéciales des fourrages ensilés, et nous faire apprécier tout l'intérêt que nous pouvons tirer d'une telle étude.

Analyses des Fourrages ensilés

Voici quelques analyses de fourrages ensilés.

1^o Ensilage de maïs

	Principes bruts		Principes digestibles		Matières sèches
		70 % eau		70 % eau	
Protéine	1,49 (1)	1,80	0,97	1,17	6,00
Matières grasses	0,53	0,64	0,26	0,32	2,10
Extractifs non azotés	15,52 (2)	18,78	10,86	13,15	62,60
Cellulose	5,97	7,22	2,98	3,61	24,10
Cendres	1,29	1,56			5,20
Eau	75,20	70,00			0,00
(1) dont matières albuminoïdes..... 1,07					
(2) dont matières saccharifiables .. 6,72					
Acidité totale			0,813		
" fixe			0,675	ou 83 %	
" volatile libre			0,138		
" combinée			0,067		

Renseignements à tirer d'un tel ensilage

Cet ensilage a une teneur faible en cellulose, en protéines, en matières minérales. Le chiffre indiqué par les cendres (5,20) est un peu inférieur à celui noté dans les autres ensilages (8 à 10 %). Riche en extractifs non azotés.

L'ensilage est bien réussi au point de vue pratique et effectué dans des conditions moyennes d'humidité.

2°) *Ensilage de Trèfle + Avoine*

	Principes bruts		Principes digestibles		Matière sèche
		70 % eau —		70 % eau —	
Protéines.....	4,43	4,87	28,8	3,66	16,20
Matières grasses	0,87	0,94	0,44	0,47	3,15
Extractifs non azotés.....	12,54	13,75	8,78	9,62	45,87
Cellulose.....	7,25	7,96	3,63	3,98	26,50
Cendres.....	2,26	2,48			8,28
au.....	72,65	70,00			0,00
Acidité totale = 0,718 en SO^4H^2 % — Volatile libre : 0,267 A. fixe = 0,451 soit 63 % (odeur de miel) A. volatile combinée = 0,108					

Renseignements à tirer d'un tel ensilage

Cet ensilage formé d'un mélange de légumineuses et de céréales est excellent. Riche en protéines, en extractifs non azotés, en cendres, il a été fait dans des conditions très bonnes d'humidité.

3°) *Ensilage de Vesce de Moha*

	Principes bruts		Principes digestibles		Matière sèche
		70 % eau		70 % eau	
Protéines	6,60	6,00	4,29	3,90	20,00
Matières grasses	2,08	0,98	0,54	0,47	3,25
Extractifs non azotés	12,69	11,54	8,90	3,08	38,45
Cellulose	9,83	8,94	4,92	4,47	29,80
Cendres	2,80	2,54			8,50
Eau	67,00	70 %			0,00
Acidité totale					0,505
» fixe					0,345 soit 68.3°/.
» volatile combinée					0,252
» » libre					0,160°/ SO ⁴ H ²

Renseignements à tirer d'un tel ensilage

Cet ensilage est riche en matières azotées, en extractifs non azotés, en celluloses et en cendres. La faible humidité du fourrage au moment de l'ensilage permet d'expliquer l'excès d'acidité volatile combinée.

Monsieur Godfernaux a ramené tous les taux d'humidité à 70 %. Toutes les analyses sont comparables entre elles.

L'ALIMENTATION DU BETAIL

« C'est surtout par la bouche que se font les animaux. C'est surtout par les fourrages dont il se nourrit et qu'il digère que le bétail de la ferme augmente en poids, volume, grandit, et donne viande, lait, travail. »

Lecouteux.

La question de l'alimentation du bétail est de la plus haute importance; d'elle dépend tout le succès d'une exploitation.

En 1897, la Société d'Alimentation rationnelle du bétail, sous la présidence de Monsieur le Sénateur Mir, expose les différentes méthodes de rationnement.

En 1911, le Docteur O. Kellner fait paraître un ouvrage intitulé : *Principes fondamentaux sur l'Alimentation du bétail*. C'est une description détaillée de tous les aliments susceptibles d'être employés, toutes les pratiques d'alimentation y sont étudiées.

Le problème de l'alimentation reste toujours des plus complexes. Au Congrès International de la Haye, en 1923, l'alimentation du bétail est l'objet d'un long débat de la part de tous les représentants.

A ce Congrès, le Professeur Van Nils Hansson (Suède) étudie les systèmes d'évaluation des valeurs productives des différentes sortes de nourriture : Unité nutritive scandinave; évaluation de la valeur en fécule de Keller; méthode des calories d'Armsby.

Il compare ces différents systèmes d'après la quantité de calories dégagées.

L'unité nutritive scandinave nous intéresse tout particulièrement car elle s'applique à la vache laitière.

Ce principe s'exprime ainsi : « Une unité nutritive équivaut à 1 kgr. d'orge ou à 1 kgr. d'éléments solides en racines ou autres produits de nutrition avec une valeur de lait de 0, 75 kgr. Il est prouvé qu'avec une unité nutritive en nourriture productive pour les vaches, renfermant au moins une moyenne de 135 gr. de protéines assimilables on obtient 3 kgr. de lait avec une teneur moyenne en graisse de 3.5 % environ. Comme le lait avec cette quantité de graisse renferme 700 calories une unité nutritive correspond à une valeur nutritive intrinsèque de 2100 calories en production de lait et 1 kgr. de production de lait avec 2800 calories ».

Plus loin l'auteur dit :

« La valeur productive de la nourriture ne dépend pas d'ailleurs uniquement de l'animal et du genre de production, mais aussi de la quantité de protéines assimilables, des éléments minéraux, et des vitamines que renferme le mélange nutritif; elle est d'ailleurs également influen-

cée par l'action diététique du mélange, sa saveur, sa composition, et par la quantité de la ration journalière en rapport avec des exigences normales de nutrition pour les animaux soumis aux expériences. Tout cela revient à dire que les chiffres qui traduisent la valeur intrinsèque ne doivent en aucun cas être considérés comme définitifs, mais bien comme des chiffres moyens qui donnent la valeur relative, dans des limites raisonnables, de la nourriture pour un genre déterminé de production ».

Pour tirer du bétail le maximum de rendement, il faut le bien nourrir. Bien peu d'exploitants connaissent les principes de rationnement du bétail. En Normandie, le climat doux, humide, favorise en été la végétation, les animaux en liberté dans les herbages sont en excellent état.

L'hiver vient, le bétail ne trouve plus au dehors qu'une maigre pâture. On y supplée par l'apport du foin.

Dans ces conditions, l'alimentation est insuffisante, la ration mal équilibrée, le gaspillage manifeste.

Le plus souvent la ration manque de matières azotées, aliment si utile pour le rendement laitier. Il y a une diminution dans la quantité de lait, d'où perte pour l'exploitant.

A l'heure actuelle, où les fermages sont chers, il faut que l'agriculteur sache tirer de son domaine le maximum

de profit. Il soit s'ingénier à faire des rations complètes, et économiques tout à la fois. Mais le cultivateur est orgueilleux; le nombre de têtes de bétail n'est-il pas un signe de richesse ? Mieux vaut moins d'animaux dans une exploitation et les mieux nourrir, les bénéfiques sont aussi élevés et les risques moins grands.

Les animaux devenant de plus en plus précoces, meilleurs laitiers, il faut, pour maintenir ces qualités, les améliorer même, leur donner des rations riches et digestibles.

On ne peut mieux comparer l'animal qu'à une machine à vapeur qui pour se maintenir sous pression, fournir un travail constant, demande du combustible, source d'énergie.

Le combustible chez la vache laitière est l'aliment. Certains éleveurs normands ont obtenu avec les tables de rationnement des résultats surprenants. Mais il ne faut pas que ces méthodes soient l'apanage de quelques rares initiés. Il faut que tous en profitent, car la fortune de chacun compte dans la prospérité nationale.

Il s'est créé, durant ces quelques dernières années, en Seine-et-Oise un service de contrôle de rationnement dirigé par M. Leroy qui donne les meilleurs résultats.

Dans tous nos départements, les directeurs des Services Agricoles, les professeurs d'agriculture, font, par des conférences, connaître les principes d'une bonne alimentation.

Les Ecoles pratiques d'Agricultures jouent dans leur rayon d'action un grand rôle vulgarisateur.

Pour faire rendre à fond une machine, il faut la bien connaître. Le vétérinaire par ses études anatomiques, physiologiques, pathologiques est le plus indiqué pour adapter une ration aux besoins des animaux.

C'est lui qui, en contact permanent avec sa clientèle rurale, doit modifier les rations en vue d'obtenir du moteur le maximum de rendement avec le minimum de dépense. Il doit avec les produits de la ferme s'ingénier à confectionner des rations scientifiques, économiques car l'on ne doit pas oublier qu'à côté de la médication thérapeutique un régime bien compris, approprié, peut aider à la guérison rapide du malade.

Influence de l'alimentation sur la vache laitière.

Nous avons vu combien l'alimentation était une question primordiale dans la production latière. La vache qui nous donne du lait exige qu'on lui fournisse les constituants c'est-à-dire les principes azotés, hydrates de carbones, graisses, matières minérales. Si ces éléments sont distribués en quantité insuffisante, l'animal doit faire appel à ses propres réserves ce qui est contraire à toute logique.

Principes azotés. — Les besoins des animaux en matières protéiques sont très grands. La vache laitière, tant pour son entretien que pour sa production de lait, demande dans sa ration une quantité de matières azotées faciles à déterminer grâce à la méthode des équivalents fourragers. La protéine de la ration est un des éléments les plus chers, aussi faut-il être parcimonieux dans son emploi, « n'en donner ni trop, ni trop peu ».

Une ration mal combinée, peu riche en matières azotées a un effet fâcheux sur l'état général de nos animaux et sur le rendement laitier.

Qu'il nous soit permis de citer ce passage de Mallèvre recueilli dans le livre *La vache laitière* du Professeur Dechambre.

« Qu'arrive-t-il si la ration ne renferme pas assez de matières azotées ? Quelque chose d'analogue à ce qu'on observe avec des rations parcimonieuses. Après avoir emprunté à l'organisme, pendant un temps plus ou moins long, une partie de la matière azotée qui fait défaut dans les aliments pour former la caséine, la mamelle est forcée de restreindre sa sécrétion, et de l'adapter à la richesse azotée de la nourriture. La production du lait baisse fatalement. Il peut même se produire, un phénomène singulier, du reste facile à prévoir : si la ration, trop pauvre en protéine, contient par ailleurs un excédent de principes non azotés, gras et sucrés, l'organisme, tout en rétablissant l'équilibre azoté,

tout en réduisant la sécrétion du lait, accumule la graisse. L'animal est en très bon état, peut être même plus gras qu'il ne conviendrait pour une vache laitière. On a ainsi des rations qui, suivant l'expression des praticiens : « poussent à la graisse au lieu de pousser au lait ». On aurait volontiers l'illusion que les animaux sont trop fortement nourris pour leur aptitude laitière. A vrai dire, l'alimentation est peut être trop abondante, mais elle est sûrement mal composée. L'animal est trop nourri, mais il est mal nourri. »

Les agriculteurs augmenteront la teneur en protéine de leurs rations par l'apport, en dose calculée, de produits riches en azote sous un faible volume.

Le tourteau d'arachide à 45 % de matières azotées, est un aliment de choix pour la vache laitière, mais il est très cher, ce qui augmente le prix de la ration de chaque animal. De nombreux praticiens lui préfèrent le tourteau de palmiste et de coprah.

Grâce à la méthode des équivalents fourragers, il est facile de remplacer une substance coûteuse par une autre de prix moins élevé. C'est un des gros avantages de cette méthode.

Principes hydro-carbones. — Le lait contient du lactose, aussi faut-il restituer à l'organisme ce facteur dépensé. Dans les rations on s'occupe peu de la teneur en hydrates de carbone, car celles-ci en sont suffisamment pourvues.

Graisses. — Par le lait qu'elle nous fournit la vache élimine une grande quantité de matières grasses. Comme ce facteur est susceptible de grandes variations, de nombreux éleveurs ont pensé qu'une alimentation très riche en matières grasses pourrait donner un lait plus riche en beurre. Il n'en est rien, car l'emploi d'aliments riches en graisse n'augmente pas d'une façon appréciable la teneur des laits en matières grasses.

De plus les graisses sont nécessaires pour la bonne utilisation des matières azotées en excès dans la ration. C'est le résultat de récentes découvertes du Professeur Maignon de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort.

Il en sera tenu compte dans le calcul de ces rations.

Substances minérales. — Le lait contient des cendres composées d'acide phosphorique, chaux, potasse.

Par litre de lait, l'analyse montre que :

Acide phosphorique.....	2 2 gr.
Chaux	1 8 gr.
Potasse	1 6 gr.

Soit pour 15 litres de lait :

Acide phosphorique.....	33 gr.
Chaux	27 gr.
Potasse	24 gr.

Si la ration manque de matières minérales, la vache emprunte à son squelette des éléments nécessaires;

le lait s'appauvrit peu à peu en matières minérales. Les jeunes qui consomment ce lait deviennent rachitiques, ont des articulations volumineuses, manquent de force et succombent dans la cachexie.

Tous ces accidents sont écartés si la ration est riche en matières minérales, ou si on l'enrichit par l'apport de phosphate de chaux, carbonate de chaux, eau de chaux, poudre d'os, phosphates.

Dans les régions à sol pauvre en chaux, le vétérinaire est fréquemment consulté au sujet d'une maladie spéciale ou *ostéo-malacie* qui consiste dans le ramollissement des os avec complication de fracture.

Il est indiqué de mettre dans les vacheries des blocs de sel gemme, lequel est très goûté des animaux, le chlorure de sodium, dit Porcher, étant le régulateur de l'équilibre osmotique de l'organisme.

Ces différents éléments seront associés les uns aux autres suivant des rapports connus.

Relation nutritive

Matières azotées digestibles

$$\text{Hydrates de carbone digestibles} + \text{graisse digestible} \times 2,2 = \frac{1}{N}$$

La relation nutritive est le rapport de la matière azotée à la matière non azotée de la ration.

$$\frac{1}{N} \text{ pour vaches laitières} = \frac{1}{5} \text{ à } \frac{1}{9}$$

Rapport adipo-protéique

C'est le rapport entre matières grasses et matières azotées. Rapport : $\frac{1}{3}$

Le Professeur Dechambre, dans son livre intitulé *La vache laitière* dit :

« La nourriture de la vache laitière sera abondante, nutritive, aqueuse, régulière ».

Abondante, nutritive. — Le volume de la ration est en relation avec la capacité du tube digestif. Il faut incorporer à la ration des aliments de lest.

Un trop gros volume de la ration occasionne une gêne dans le fonctionnement du diaphragme; si le volume est trop petit, l'animal a un ventre levrété.

Le poids de la matière sèche sera $P = 4,75 C^2 C.$ = circonférence du tour de poitrine.

Sous un volume normal, la bête trouve la quantité de matière nutritive nécessaire. Une trop forte alimentation engraisse l'animal au préjudice de sa production laitière.

Aqueuse. — La vache, par son lait, élimine une forte quantité d'eau.

Le lait, en effet, contient 80 % d'eau, soit pour 15 litres de lait : 12 litres d'eau.

Il faut que la nourriture de la vache laitière soit aqueuse.

L'eau nécessaire à l'organisme peut être fournie de deux façons :

- 1^o par la boisson;
- 2^o par des aliments riches en eau de constitution (fourrages ensilés, betteraves, herbe fraîche),

Des expériences ont démontré que l'alimentation des vaches laitières par des fourrages riches en eau de constitution (fourrages ensilés, betteraves) a donné d'excellents résultats, et se montre préférable à celle des animaux nourris de fourrages secs avec eau à discrétion.

L'eau contenue dans les cellules animales est en contact intime et prolongé avec les villosités intestinales. L'absorption, de ce fait, est plus grande, l'organisme saturé d'eau.

Ce détail explique pourquoi les macérations, les buvées, les barbotages donnent de si bons résultats chez nos vaches laitières. Une ingestion abondante d'eau pendant les repas détermine une polyurie intense.

Régulière. — La ration sera constante en poids, et distribuée à la même heure chaque jour. Une transition s'impose entre le régime du vert et celui de l'étable.

Méthode des équivalents fourragers

C'est au Danemark que la méthode des équivalents fut employée pour la première fois. Bien vite elle se répandit

en Suède puis en France, où actuellement elle est très connue et appréciée de nos éleveurs; ce mode de rationnement est l'objet de continuelles mises au point. C'est à Messieurs Leroy, ingénieur agronome, chef de Travaux de Zootechnie à l'Institut Agronomique, et Lucas, ingénieur agronome, agriculteur à Gournay-sur-Marne, que revient le mérite d'avoir, dans la région parisienne, fait connaître les principes d'une méthode aussi simple dans son application qu'économique dans son but.

L'unité fourragère correspond à la quantité d'éléments nutritifs contenus dans 1 kgr. d'orge.

Il existe des tables qui donnent en unités fourragères la valeur des aliments consommés par les animaux.

C'est ainsi que :

1 kg d'orge	}	1 unité fourragère
1 kg 100 d'avoine		
4 kg 100 de pommes de terre		
10 kg de rutabaga		

Ces quantités d'aliments ont même valeur nutritive.

L'éleveur ne peut songer à nourrir son bétail uniquement avec des racines, il faudrait en donner de trop grandes quantités, ce qui serait nuisible à la bonne santé des animaux.

Si nous calculons la valeur en matières azotées des aliments, nous voyons que :

1 kgr. de rutabaga	12 gr. matières azotées
1 kgr. orge	63 gr. matières azotées

Nos vaches laitières par le lait qu'elles produisent, par l'urine qu'elles émettent, par les nouveaux tissus qu'elles élaborent ont un besoin urgent de matières azotées.

A une ration volumineuse on substitue des aliments qui sous un faible volume ont une grosse valeur nutritive. Dans l'exemple donné plus haut, on peut remplacer 5 kgrs. de betteraves par 1 kgr. d'orge.

Ration. — C'est la quantité d'aliments qu'un animal consomme en 48 heures.

Ration d'entretien. — C'est la quantité d'aliments nécessaires à un sujet en état d'équilibre, ne produisant aucun travail, le poids se maintenant invariable.

Ration de production. — C'est la quantité d'aliments ajoutés à la ration d'entretien pour satisfaire les besoins d'un animal qui travaille, qui s'accroît, qui donne des produits (lait).

Supposons qu'à une vache bonne laitière on ne donne qu'une quantité d'aliments égale à sa ration d'entretien. Le poids et le rendement laitier diminuent; si la ration est abondante, nutritive, bien adaptée, la production laitière croît.

Grâce à cette méthode des équivalents fourragers, il est facile de calculer une ration pour un animal de poids et de rendement laitier connus.

Dans tout problème de rationnement, il faut, disent Messieurs Leroy et Lucas :

1° Déterminer le nombre d'unités fourragères que l'animal doit recevoir dans sa ration journalière, d'après les besoins de son entretien et ceux de sa production, puis choisir, en s'inspirant des ressources locales, une ration suffisamment riche, et dont le prix de revient soit aussi peu élevé que possible.

2° Déterminer les quantités de matières azotées digestibles contenues dans la ration ainsi établie.

3° Dans le cas de différence en matières azotées, modifier le programme de rationnement primitif de manière à accroître l'apport d'azote sans changer la valeur fourragère de l'ensemble de la ration.

Voici les chiffres pour vaches laitières :

Entretien

<u>Poids de l'Animal</u>	<u>Unités fourragères</u>
400 Kgs	3U 5
500 »	4U
600 »	4U 5
700 »	5U

Production

Une unité fourragère pour 3 litres de lait produit.

Besoins en matières azotées

Entretien : 60 gr. par kgr. de poids du corps

Production : 70 gr. par litre de lait produit

Cette méthode est simple dans son application. Elle est appelée à rendre de grands services, chaque éleveur composant sa ration suivant la production de sa ferme. En calculant le prix de l'unité fourragère de chacun de ces éléments, en les substituant les uns aux autres proportionnellement aux poids des équivalents fourragers correspondants, en tenant compte de la richesse en matières azotées, en donnant des rations riches, digestibles, sous un volume normal, l'agriculteur voit son troupeau devenir plus homogène, le rendement laitier s'accroît rapidement. C'est pour lui une satisfaction et un résultat économique heureux.

Valeur en unités fourragères d'un ensilage

Soit un ensilage de maïs dont on a fait l'analyse. Le propriétaire veut en connaître la valeur nutritive :

	Principes Bruts		Matières sèches
		7 % eau	
Protéines	1.49	1.80	6.00
Matières grasses ..	0.53	0.64	2.10
E. N. Azotés	15.52	18.78	62.60
Cellulose	5.97	7.22	24.10
Cendres	1.29	1.56	5.20
Eau	75.20	70.20	0.00

Il faut établir les quantités de principes digestifs auxquels correspondent les chiffres du produit brut.

Voici les coefficients :

M. Grasses.....	0.50
Matières azotées.....	0.65
E. N. azotés.....	0.70
Cellulose.....	0.50

Ce qui donne pour les principes digestibles du fourrage :

Protéine...	1.49	×	0.65	=	0.97
M. G.	0.53	×	0.50	=	0.27
E. N. azotés.	15.52	×	0.70	=	10.86
Cellulose ...	5.97	×	0.50	=	2.98

A partir de ces chiffres, il est calculé la valeur en amidon du fourrage. Voici les coefficients adoptés :

Protéine	0.94
Matières grasses	1.91
E. N. Az	1
Cellulose	0.50

La valeur en amidon du fourrage est donc :

$$(0.97 \times 0.94) + (0.27 \times 1.91) + 10.86 + \frac{2.98}{2} = 13.77$$

La valeur amidon est 13,77.

D'après Mallèvre pour obtenir l'équivalent fourrager il faut multiplier sa valeur nutritive amidon par 1,5 et diviser le nombre 100 par le chiffre obtenu.

L'équivalent fourrager est donc :

$$\frac{100}{13,77 \times 1,5} = \frac{100}{20,5} = 4,87$$

Cela signifie que 4 kgr. 87 de l'ensilage équivalent à une unité fourragère ou 1 kgr. d'orge.

Ou 1 kgr. de fourrage ensilé $\frac{1}{4,87} = 0,2$.

La valeur en unités fourragères des différents fourrages oscille entre 4 et 5, c'est-à-dire que 4 et 5 kgrs. de ceux-ci valent une unité fourragère.

Calcul de rations

Il peut être posé à un vétérinaire rural le problème suivant :

Un cultivateur possède un troupeau de 8 vaches pesant en moyenne 500 kgr. et donnant 15 litres de lait. Il doit les alimenter à l'étable du mois d'octobre au mois d'avril. Il dispose d'ensilage, foin de luzerne, betteraves, produit mélassé, tourteaux divers, son, avoine, pulpes, drèche, etc...

Calculer des rations pour ces animaux, le prix de revient, le volume du silo à adopter.

Le vétérinaire devra exposer la solution de la façon suivante :

Quelles sont les exigences d'une vache de 500 kgr. donnant 15 litres de lait ?

Ration d'entretien d'un bovin de 500 Kgs.	4 U F
« de production d'une vache donnant 15 litres de lait 15 : 3	5 U F
	<u>9 U F</u>

*Besoins azotés d'une vache de 500 kilogs
donnant 15 litres de lait :*

$$\begin{array}{rcl}
 500 \times 60 \text{ gr.} & = & 300 \text{ grammes} \\
 15 \text{ l.} \times 70 & = & 1050 \\
 & & \hline
 & & 1350 \text{ gr.}
 \end{array}$$

Une vache de 500 kgr. donnant 15 litres de lait doit recevoir une ration contenant 9 U F et 1350 gr. M. Azotes.

Supposons que l'on ne donne à la vache laitière que du fourrage ensilé. 5 kgr. de ce fourrage correspondent à l'unité fourragère. Il faut donc en donner 45 kgr.

Or, ces 45 kgr. de fourrages ensilés ne contiennent pas assez d'azote; de plus, une nourriture prolongée et trop copieuse à base de ce fourrage finit par fatiguer et échauffer les animaux. Grâce à des mélanges on a réussi à rendre plus appétissantes les rations et à les mieux équilibrer.

Calcul de la ration

Pour calculer les rations, il faut connaître la valeur en unités fourragères de leurs divers éléments constitutifs.

A cet effet, pour chaque aliment des tables de Gouin donnent leurs valeurs « amidon » en multipliant ce chiffre par 1,5, et en divisant le chiffre 100 par le produit obtenu, on a en unités fourragères la valeur du fourrage considéré.

Les tables de Gouin renseignent également sur la teneur en matières azotées des différents aliments

Supposons que le praticien possède de l'ensilage de légumineuses, de la balle de blé, du tourteau de lin du son; à partir de ces éléments, il veut constituer une ration répondant aux conditions suivantes :

9 Unités fourragères
1350 gr. M. Azotés

Par tâtonnement, il arrive à la ration suivante :

Ensilage de légumineuses.....	25 kgs.
Balles de blé.....	5 »
Tourteau de lin.....	1.350
Son de froment gros.....	1.500

Il est intéressant de se rendre compte de la valeur de cette ration en unités fourragères et en matières azotés.

	Quantités	U. Fourragères	Matières azotées.
Ensilage.....	25 kgs.	.5	720
Balle de Blé.....	5 »	1.25	392
Tourteau de lin .	1 kg. 350	1.68	70
Son de froment gros	1 kg. 500	1.06	165
		8.99 U.F.	1347 M. az.

L'ensilage employé est un mélange de trèfle et de quelques brins d'avoine, moyennement riche en mat. azotées. Pour équilibrer la ration, on ajoute du tourteau de lin riche en cet élément. La balle de blé sert d'aliment de lest.

Deuxième ration

Maïs ensilé	25 kgr.
Foin de luzerne	7 kgr. 500
Tourteau d'arachide	0 kgr. 800

Valeur de cette ration

	Quantités	U. Fourragères	Matières azotées
Foin de luzerne ...	25 kgs	5	242
Maïs ensilé.....	7.500	3	750
T. arachide	0.800	1	360
		9 U. F.	1352 M. az.

Le maïs est pauvre en matières azotées. Pour équilibrer la ration on ajoute du tourteau d'arachide.

Troisième Ration

Ensilage de Légumineuses.....	20 kgs
Topinambour	10 kgs
Balle de blé	6 kgs 800
Tourraillons	2 kgs

Valeur d'une ration

	Quantités	U. Fourragères	Matières azotées
Ensilage	20.	4	858
Topinambour.....	10	2 2	100
Balle de blé	6.800	1.7	97
Tourillons	2.000	1.1	300
		9 U. F.	1345

L'ensilage de légumineuses riche en matières azotées concourt avec les tourillons pour apporter à la ration tout l'azote nécessaire. La balle de blé agit comme aliment de lest, le topinambour comme rafraîchissant.

Quatrième Ration

Ensilage de Maïs.....	15 kgs
Drèches desséchées.....	3 kgs
Balle de Blé	5 kgs 900
Foin de Luzerne	7 kgs

Valeur d'une ration

	Quantités	Unités fourrag.	Matières azotées
Ensilage de maïs...	15 kgs	3	145.5
Drèches desséchées.	3	2.01	420
Balle de blé	5.900	1.47	82.6
Foin de luzerne.....	7 "	2.52	700
		9 U. F.	1349.1 m.a.

L'ensilage de maïs est pauvre en matières azotées. On ajoute à la ration des drèches desséchées et du foin de luzerne riche en matières azotées. La balle de blé sert d'aliment de lest.

Ration V.

Ensilage de légumineuses	20 kgr.
Mélasses ordinaires	1.500 kgr.
Paille d'avoine	5.370 kgr.
Tourteau de coprah	2.100 kgr.

Valeur de cette ration.

	Quantités	Unités fourrag.	Matières azotées
Ensilage de légumi- neuses	20 kgs	4	858
Mélasses	1.500	1.06	81
Paille d'avoine	5.370	1.34	63.6
T. de coprah	2.100	2.62	346.5
		9 u. f. 02	1.349.1 m.a.

Dans cette ration, la mélasse ordinaire peut être remplacée par un produit mélassé dosant 50 % mélasse pure soit pour la ration n° V. 3 kgr. de cet aliment.

Ration VI.

Ensilage de maïs	15 kgr.
Foin de trèfle	8 kgr.
Betteraves 1/2 sucrières	23 kgr.
Tourteau de coton	0 kgr. 700

Valeur de cette ration.

	Quantités	Unités fourrag.	Matières azotées
Ensilage	15	3	145
Foin de trèfle.....	8	3.20	680
Bet. 1/2 sucrières...	23	2.3	230
Tourteau de coton..	0.700	0.70	294
		9 u. f. 20	1.349 m. a.

Le tourteau de coton très riche en matières azotées assure l'équilibre de la ration.

Ration VII.

Ensilage de maïs	20 kgr.
Betteraves 1/2 sucrières	10 kgr.
Drèches de brasserie desséchées	3 kgr. 810
Tourteau d'arachide	1 kgr. 160

Valeur de cette ration

	Quantités	Unités fourrag.	Matières azotées
Ensilage	20 kgs	4	194
Bet. 1/2 sucrières...	10 »	1	100
Drèches.....	3.810	2.54	532
Tourteau	1.160	1.45	522
		8.48	1348

Quelques types de rations nous ont été communiqués par M. Godfernaux. Nous les reproduisons ici :

25 kgr. ensilage;
2 kgr. farine d'orge et avoine mélangés;
Paille de blé et d'avoine à volonté.

15 kgr. d'ensilage
25 kgr. de pulpes
2 kgr. de tourteau;
Paille à volonté;

Maïs ensilé 30 kgr.
Paille de blé moyen 5 kgr.
Tourteau arachide rutisque 1 kgr. 4

Herbe de pré ensilée 30 kgr.
Paille d'avoine 5 kgr.
Tourteau arachide rufisque 0 kgr. 8
Paille de blé 2 grr. 5

Vesce avoine ensilée 30 kgr.
Paille de blé très bonne 5 kgr.
Son gros 2 kgr. 600

Calcul du volume du silo à adopter.

Dans les rations que nous venons de calculer, il est donné chaque jour à nos animaux une moyenne de 20 kgr. d'ensilage.

Ce qui fait pour huit vaches :

$$20 \times 8 = 160 \text{ kgr.}$$

Comme l'alimentation à l'ensilage dure 6 mois de l'année il est consommé durant cette période.

$$160 \times 180 = 28.800 \text{ kgr.,}$$

Or, la perte dans le silo par suite de la fermentation est de 10 % environ.

Le praticien devra donc songer à ensiler :

$$28.800 \times 2.800 = 31.680 \text{ kgr.}$$

soit 32 tonnes de fourrages.

Type	Nombre de têtes de bétail pouvant être nourries pendant 180 jours.
20 tonnes	5 Bêtes
30 "	7 "
40 "	9 "
70 "	17 "
80 "	20 "
90 "	24 "
105 "	27 "
120 "	31 "
135 "	35 "
150 "	38 "
160 "	40 "
190 "	48 "
220 "	55 "
240 "	62 "
270 "	70 "
300 "	76 "
350 "	82 "

Prix de revient comparé de la grande unité

M. King de Midland College a établi à la ferme de M. Jessi Skinner le prix de la tonne de betterave comparativement à celui de l'ensilage.

Il en résulte d'après des calculs longs et minutieux que le prix de la tonne de fourrage ensilé est de 91 fr. tandis que celui de la tonne de betteraves s'élève à 662 fr. 50.

La valeur amidon de l'ensilage est 12, 4.

La valeur amidon de betterave est 6, 3.

Le prix de revient de la grande unité est donc :

$$\text{Ensilage} = \frac{910}{12.4} = 0 \text{ fr. } 73$$

$$\text{Betterave} = \frac{6.25}{6.3} = 1 \text{ fr.}$$

Le prix du foin est de 460 fr. la tonne, la valeur amidon du foin est de 36 unités.

Prix de la grande unité :

$$\frac{46}{36} = 1 \text{ fr } 28$$

L'alimentation à base de fourrages est donc intéressante au point de vue économique

Prix de ces rations.

La ration moyenne journalière d'ensilage pour un bovin de 500 kgr. est d'environ 20 kgr.

Or, 20 kgr. d'ensilage équivalent à 40 kgr. de betteraves si nous comparons la valeur amidon de ces deux aliments.

Prix de la ration.

$$\text{Fourrage ensilé} \quad \frac{91 \times 20}{1000} = 1 \text{ fr. } 80$$

$$\text{Betterave} \quad \frac{62.50 \times 40}{1000} = 2 \text{ fr. } 50$$

Avec la ration à base de fourrage ensilé on économise par jour, par tête de bétail : $2 \text{ fr. } 50 - 1 \text{ fr. } 80 = 0 \text{ fr. } 70$.

Pour huit bêtes : $0 \text{ fr. } 70 \times 8 = 5 \text{ fr. } 60$

Pour une alimentation de six mois :

$$5 \text{ fr. } 60 \times 180 = 1000 \text{ fr.}$$

Rendement laitier

Dans tous problèmes d'alimentation, il est intéressant de se rendre compte de l'influence exercée par l'aliment sur le rendement laitier. La pratique de l'ensilage vertical est trop récente en France pour que des expériences vraiment démonstratives aient été faites à ce sujet.

L'alimentation des vaches laitières par les fourrages ensilés semble par contre avoir intéressé de nombreux expérimentateurs étrangers. Qu'il nous soit permis de mentionner dans ce travail les résultats de leurs recherches.

En Suisse, des expériences d'alimentation par les fourrages ensilés furent faites à l'administration des établissements fédéraux d'essais et d'analyses agricoles de Liebefeld sous la conduite du Docteur A. Schmidt. En voici les conclusions :

	Ration par tête par jour			R. laitier moyen kg	P. V. moyen kg
	Mat. sèche kg	Protéine kg	Équivalent amidon kg		
Ration d'hiver normale	13.46	1.197	5.587	8.39	658.8
Ration comprenant 14 kgs maïs ensilé	12.56	1.076	6.036	8.88	858.8
Ration d'hiver normale	13.46	1.197	5.857	8.39	668.7

Dans cette expérience, l'affouragement de maïs ensilé a donné une augmentation du rendement laitier de 0 kgr. 45 par vache et par jour.

Pendant la période d'alimentation au fourrage ensilé le poids des animaux s'est maintenu constant. Le rendement laitier augmentant, on peut admettre que cela est dû à l'aliment (maïs ensilé) plus appétissant et plus digestible.

D'autres expériences furent faites par Robertson et F. S. Pitcher dans le Comté d'Essex, où les conditions climatiques et le sol conviennent mal à la culture de la betterave fourragère;

L'expérience dont il est question porte sur 11 sujets répartis en deux lots.

Lot A : 6 vaches ayant vêlé depuis 91 jours.

Lot B : 5 vaches ayant vêlé depuis 81 jours.

Le fourrage ensilé, aliment d'expérience comprend 3 parties de vesce plus 1 partie d'un mélange à parties égales d'avoine et de féveroles.

Les rations distribuées aux animaux sont les suivantes :

(1) Betteraves	22 kgr. 05
Foin	4 kgr. 05
Balles d'avoine.....	8 kgr. 05
Orge	1 kgr. 08
Fourrages dynamiques	2 kgr. 25
(2) Fourrages ensilés	22 kgr. 05
Foin	4 kgr. 05
Orge	1 kgr. 08
Fourrages dynamiques	1 kgr. 35

Les fourrages dynamiques sont formés de 3 parties de tourteaux de coton + deux parties de féveroles concassées.

Robertson et Pitcher estiment que les vaches mangent avec plus d'avidité le fourrage ensilé. De plus, le lait ne présente aucun caractère anormal tant en saveur qu'en couleur.

L'augmentation de la quantité de lait et de sa teneur

en graisse n'est pas assez importante pour que l'on préconise l'emploi de ces fourrages.

Mais le côté économique doit être envisagé.

Prix de la ration. — Avec la ration (1), le lait revient à 6. 70 les 5 litres et avec la ration 2 à 4. 95 les 5 litres.

Bien que le prix du fourrage ensilé soit supérieur à celui de la betterave, ces auteurs ont montré que la ration à base de fourrages ensilés était préférable à l'autre ration.

D'autres expériences furent faites par R. Roe et Gardner.

Ces expérimentateurs cherchent à établir une comparaison entre deux rations :

Ration 1

Betteraves	31 kgr. 710
Foin ,	3 kgr. 62
Paille d'avoine	3 kgr. 171
Graines de lin bouillies	0 kgr. 453
Féveroles	1 kgr. 81
Avoine ,	1 kgr. 81

Ration 2

Betteraves	13 kgr. 590
Ensilage de sainfoin	18 kgr. 120
Paille d'avoine	3 kgr. 171

Graine de lin bouillie.....	0 kgr. 453
Féveroles.....	1 kgr. 359
Avoine.....	1 kgr. 359

Sujets d'expérience

Ce sont 10 vaches de race Frisonne et Shorthorn réparties en deux lots :

Lot A	6 vaches
Lot B	6 vaches

Du 16 janvier au 4 février 1924, le Lot A reçoit la première ration, le lot B la seconde. Durant la deuxième période du 12 février au 3 mars 1924, l'inverse a lieu.

Ces périodes sont précédées : la première d'une période préliminaire du 8 au 15 janvier, la seconde d'une période de transition du 5 au 11 février durant laquelle les animaux reçoivent déjà la ration de la période d'expérience.

Lot A : Rendement moyen par vache :

15 janvier	13,86 kgr.
4 février	13,095 kgr.
12 février	13,185 kgr.
3 mars.....	12,24 kgr.

Lot B : Rendement moyen par vache :

15 janvier	13,86 kgr.
4 février	13,005 —
12 février	13,185 —
3 mars	12,285 —

Frais d'alimentation. — La ration d'ensilage coûte 1,75 par jour de moins que l'autre. Pour une période d'hiver de 80 jours, l'économie est de $(180 \times 1,75) = 315$ fr. soit pour un troupeau de 30 vaches $315 \times 30 = 3450$ fr. Avec un rendement de 15 litres de lait : par jour les frais de production sont réduits de 0 fr. 40 par 5 litres.

On convient avec les auteurs qu'il est intéressant pour l'exploitant de remplacer une partie de betteraves et fourrages concentrés par de l'ensilage de bonne qualité.

De par ces expériences, on peut dire que, dans tout problème d'alimentation, il faut, avant de conclure, se préoccuper du côté productif et économique. Le fourrage ensilé n'accroît pas le rendement laitier, le facteur « individualité » jouant ici un grand rôle. Mais, les rations à base de fourrage ensilé étant moins coûteuses faciles à distribuer, bien acceptées par le bétail, l'ensilage vertical est appelé, par ces temps de vie chère, à rendre de précieux services. N'est-ce pas le point de vue économique qui poussera le Français à employer cette méthode si vantée à l'étranger.

Qualité de l'aliment. — Le fourrage ensilé, considéré comme aliment pour la vache laitière, agit sur l'état général de l'animal et sur la qualité des produits.

Etat général de l'animal. — Le problème se pose

ainsi : Quelle est l'influence exercée par les fourrages ensilés sur l'état général des animaux.

Goffart, qui possédait alors une grosse ferme et ne nourrissait ses animaux qu'avec de l'ensilage, note chez ses vaches laitières en pleine période d'alimentation une apparence de bonne santé, des yeux vifs, une peau souple, et des déjections en bonne condition. « Ce qui est la meilleure preuve de la valeur de cette alimentation, dit-il, ce sont les veaux de lait toujours délicats et pouvant souffrir de la mauvaise alimentation de la mère : nous n'en avons pas vu un seul ayant le poil piqué ».

Goffart, grand observateur, a aussi remarqué que durant l'été ses vaches se nourrissant exclusivement de maïs frais, en absorbant de grosses quantités, ont toujours un ventre très développé, ce qui prouve que la nourriture n'a pas toute la richesse désirable; les animaux de ce fait sont obligés, pour y suppléer, d'en faire une consommation excessive. Les bestiaux mangent-ils du fourrage ensilé, leur ventre diminue; leurs rations, qu'ils limitent eux-mêmes, diminuent de poids, leur état général devient satisfaisant.

« Mes bestiaux, dit-il, nourris de maïs ensilé pendant tout l'hiver boivent à peine quand on les détache au milieu du jour; les excréments sont de consistance moyenne et dénotent un état de santé favorable ». De ces observations, Goffart admet que le maïs ensilé est, au point de vue de la teneur en eau, un aliment bien

équilibré. Il est intéressant de connaître les opinions des ensileurs modernes. Dans nos entretiens avec ceux-ci, quatre points ont particulièrement attiré notre attention.

I. — Influence du fourrage ensilé sur l'état général des animaux

Les vaches laitières nourries à l'ensilage se présentent avec un état général parfait; leur peau est souple, leur pelage brillant. L'alcool contenu dans les fourrages excite l'appétit des animaux et, en cela, combat l'anémie. Imbibé de jus de fermentation cet aliment est mangé avec plus d'appétit, et nécessite, vu sa tendreté et sa division, moins de force de mastication, d'où une moindre perte d'énergie, ce qui se produit chez l'animal par un faciès plus vif.

II. — Une alimentation exclusive au fourrage ensilé est-elle à recommander

Tous les ensileurs sont d'accord pour reconnaître qu'une alimentation exclusive et prolongée avec les fourrages ensilés produit de la constipation. Ce fait d'ordre pratique s'explique ainsi : le fourrage ensilé étant un aliment échauffant, l'alcool à dose faible, mais répété, irrite la muqueuse intestinale et détermine de la stase alimentaire. Le bon ensilage contient de

L'acide lactique, n'est-ce pas suffisant pour expliquer l'absence de diarrhée chez les animaux nourris de fourrages ensilés. L'acide lactique a une valeur anti-putride, et est employé avec succès dans notre thérapeutique pour le traitement de toutes les affections intestinales. Pour lutter contre la constipation, qui peut amener chez nos femelles domestiques des troubles graves, l'ensileur moderne est contraint de faire des mélanges alimentaires rendant ainsi la ration mieux équilibrée (pulpes, betteraves avec fourrages ensilés)

Les combinaisons, sont variables et dépendent des productions locales. D'autres praticiens conseillent une nourriture exclusive avec des fourrages ensilés pendant 5 à 6 jours; ils recommandent de distribuer ensuite 2 à 3 rations de betteraves dans le but de rafraîchir l'animal.

III. — Les animaux nourris de fourrages ensilés boivent-ils abondamment

Des vaches laitières étant nourries exclusivement soit de foin, de fourrages ensilés, de betteraves.

On note la quantité d'eau absorbée par ces animaux dans un temps donné. Il est prouvé que :

La quantité d'eau absorbée par la boisson est inversement proportionnelle à la teneur en eau du fourrage,

c'est-à-dire que l'animal boit d'autant moins que les aliments consommés sont plus aqueux.

Fourrages secs	15 %	d'eau de constitution
Betteraves	90 %	d'eau de constitution
Fourrages ensilés	75 %	d'eau de constitution

Cette eau contenue au sein des tissus est absorbée lentement par les villosités intestinales grâce au phénomène d'osmose. L'organisme est saturé d'eau, ce qui est favorable à la production laitière.

IV. — Les fourrages ensilés peuvent-ils déterminer des phénomènes d'intoxication

Le fourrage ensilé bien conservé est un excellent aliment pour la vache laitière. Jamais on n'a enregistré de phénomènes d'intoxication. Mais, il n'en est pas de même des fourrages ensilés, mal conservés. Les fourrages moisies sont impropres à l'alimentation et des cas d'intoxication ont été enregistrés.

Etiologie. — Les principales moisissures qui provoquent ces accidents sont : le *muco-mucédo*, le *pénicillium-glaucum*, *aspergillus-glaucus*, *ascophora-nigricans*, *oidium aurantiacum*.

Symptômes. — Dans la même étable, plusieurs animaux tombent malades le même jour; on note chez

ceux-ci une absence de rumination une légère tympanite, des coliques sourdes, une démarche chancelante, un lever difficile, des paupières semi-closes avec larmolement, la conjonctive est couleur acajou, la respiration accélérée, le poulx petit et filant.

Pronostic. — Grave.

Traitement. — Suspendre l'alimentation, donner des purgatifs salins, soutenir l'animal par du café, de l'éther, du camphre.

Il va sans dire que les intoxications par les fourrages moisiss se rencontrent rarement, le praticien averti éliminant systématiquement le fourrage inconsommable et dangereux.

Qualité des laits d'ensilage. — Il faut, dit le professeur Dechambre dans son livre *La vache laitière*, une alimentation non nuisible aux qualités du lait. La mamelle est un émonctoire, les produits sécrétés par l'organisme ou introduits par les voies digestives s'y collectent. Il ne faut pas que l'alimentation communique au lait un goût, une couleur, une odeur différente du lait normal. En 1885, la Compagnie Anglo-Suisse pour la fabrication du lait condensé refuse le lait de vaches nourries à l'ensilage. Messieurs Audouard et Desanny, à cette même époque, sont d'accord sur la propriété galactogène du fourrage ensilé, mais, disent-ils, le lait produit est altéré. Jusqu'à

ces dernières années nous sommes restés imprégnés des idées de ces auteurs.

A quoi bon nourrir son bétail avec un aliment assimilable, d'obtention facile, économique, si le lait produit est de mauvaise qualité et de vente difficile. C'est contraire à toute donnée économique.

Des expériences faites récemment par Leroy, Blanchard et Lucas en France, Dorner en Suisse, Skinner en Amérique, ont permis de conclure à la bonne qualité des laits d'ensilage.

Nous intéressant particulièrement à ce sujet plein d'actualité, puisque de lui dépend tout l'avenir de l'ensilage vertical dans notre pays, nous avons songé à refaire en petit ce que les auteurs cités plus haut avaient entrepris en grand.

Des difficultés énormes se sont élevées, quand, au début de ce travail, nous avons voulu nous procurer des échantillons de lait provenant de vaches nourries à l'ensilage. C'est M. Baratte, ingénieur agronome, directeur de la Ferme de l'Institut Pasteur « La Faisanderie » à Villepreux (S.-et-O.), qui s'est offert spontanément et gracieusement pour déposer chaque matin à l'Institut Pasteur les laits nécessaires à nos analyses. Grâce à lui, la partie pratique de cette thèse a pu être réalisée. C'est un plaisir pour nous en pareille circonstance de lui adresser nos vifs remerciements et l'assurer de notre respectueux souvenir.

Analyse des laits d'ensilage.

Les vaches de l'exploitation sont durant tout l'hiver nourries à l'étable, et reçoivent la ration suivante :

Ensilage	25 kgr.
Betteraves	15 —
Tourteaux	1.5 à 2 kgr.
Balles de blé	Quantité suffisante

Examen physique des laits d'ensilage

1° *Coloration.* — Le lait jaunâtre, ne se distingue en rien du lait normal.

2° *Odeur.* — Les aliments et la contamination indirecte sont deux facteurs importants de l'odeur du lait.

L'ail en particulier communique une odeur désagréable, l'inverse se produit avec une ration à base de flouve odorante et de carottes.

Les laits laissés au contact des drèches d'absinthes retiennent les parfums de ces dernières (Cornevin).

Peut-on faire un reproche au fourrage ensilé ? Bien longtemps on le crut, et les laits provenant de vaches nourries d'aliments fermentés étaient refusés par les industriels et interdits pour l'alimentation des jeunes. Nous avons été à même de goûter le lait recueilli à la ferme de « La Faisanderie ». Nous n'y avons remarqué rien d'anormal. Il est démontré à l'heure actuelle que

le mauvais goût des laits d'ensilage provient d'une alimentation abusive et prolongée à base de fourrages ensilés, ainsi que de la malpropreté des étables où sont recueillis ces laits.

Jesse Skinner de l'Association des fermiers producteurs de lait s'exprime ainsi : « On a dit que l'ensilage donne du goût au lait. Si nous faisons cette chose contraire à toutes les règles du lait propre qui consiste à laisser les pots dans la vacherie pendant et après la traite, nous aurons exactement ce que nous aurons cherché : du lait qui a un goût. Je place l'ensilage dans la même catégorie que les navets et les carottes ; si on les donne en excès ils donnent sans aucun doute du goût au lait.

3° *Saveur*. — Elle ne diffère pas sensiblement de celle du lait normal.

Analyse chimique des laits d'ensilage

L'Institut Pasteur de Paris nous transmet quotidiennement 2 échantillons de lait de 100 cm³, l'un de la traite du matin, l'autre de la traite du soir.

Conservation de ces laits. — Pour en éviter les altérations pour conserver à ceux-ci leur acidité initiale, on ajoute à chaque échantillon recueilli 2 cgr. de sublimé, les flacons sont fermés hermétiquement et étiquetés. L'analyse a lieu 24 heures après la traite.

Plan de l'expérience. — Celle-ci débute le mercredi 18

janvier 1928. Du 18 au 22 janvier compris, la vache est nourrie à discrétion avec des betteraves et de la menue paille. Du 23 au lundi 30 janvier, la bête ne reçoit que de l'ensilage. Du 2 au 7 février la ration se compose exclusivement de betteraves.

Du 18 au 22... Betteraves

Du 23 au 30... Ensilage pur

Du 30 au 2 fév. Betteraves très faible
quantité — ensilage

Du 2 au 7... Betteraves

Il est à remarqué que durant les 23 jours d'expérience, la vache soumise à ces variations brusques de régime s'est maintenue en excellente santé.

Analyse des laits — Technique opératoire

Examen physique

Densité. — La densité du lait est prise au moyen de la balance de Mohr, l'appareil est équilibré dans l'air. Dans une éprouvette assez large on verse de 70 à 90 cm³ de lait, le flotteur de l'appareil du volume de 10 cm³ est plongé dans le liquide. D'après le principe d'Archimède, le flotteur reçoit de bas en haut une poussée égale au poids du liquide déplacé. On rétablit grâce à un curseur l'équilibre en veillant toutefois à ce que le lait, à sa surface, ne contienne pas de mousse et à ce que le

flotteur ne colle pas le long des parois de l'éprouvette. Il est nécessaire de noter la température des laits au moment de chaque prise de densité, les résultats ramenés à 15° sont ainsi tous comparables entre eux. Une correction de 0 gr. 2 par degré est faite en dessus ou en dessous de 15°. La densité du lait de vache est comprise entre 1028 et 1034.

Examen chimique

1° Extrait sec. — 10 cm³ de lait sont placés dans une capsule en nickel préalablement tarée; le tout est mis dans un bain-marie à alvéoles à 100° pendant 5 heures. Ensuite la capsule est portée à l'étuve avec précaution et soumise à 107° pendant deux heures. La préparation de l'extrait sec dure donc 7 heures. Par pesée de la capsule on a, par différence, le poids de l'extrait sec de 10 cm³ de lait. Il sera facile de ramener au litre.

Extrait dégraissé. — Cette quantité s'obtient en faisant la différence entre l'extrait total et la matière grasse. Dans les analyses courantes, l'extrait sec est calculé par litre de lait la matière grasse par kgr. Il est facile, connaissant la densité du lait, de ramener le taux de la matière grasse au litre.

Dosage de la matière grasse

Procédé Gerber. — C'est un procédé rapide et précis. On se sert d'un butyromètre dont la tige creuse porte

90 divisions. Chacune équivaut à 1 gr. de matière grasse par litre. Le butyromètre est placé verticalement, on y verse 10 cm³ d'acide sulfurique, densité 1820; avec une pipette spéciale on prend 11 cm³ de lait dont on veut déterminer la matière grasse et on laisse tomber doucement le lait sur l'acide en évitant le mélange. Sur le lait on verse 1 cm³ d'alcool amylique, densité 0,815. Le Butyromètre est fermé grâce à un bouchon en caoutchouc et agité fortement. La température s'élève rapidement et la brûlure des doigts serait inévitable si, au préalable, on n'avait pris soin de saisir le tube avec un linge. L'agitation du tube durera jusqu'à disparition des grumeaux de caséine. Ces tubes sont placés dans le Gerber 2 à 2, en ayant soin de mettre les bouchons à la périphérie. La centrifugation dure 5 minutes à 1000 — 1200 tours. Par suite de la centrifugation, la matière grasse, de densité inférieure au sérum, se rassemble dans la tige graduée. L'appareil arrêté, on retire le butyromètre en le tenant vertical. Par simple lecture on note le taux de matière grasse par kgr.

Dosage de l'acidité. — Dans une capsule en verre on verse 10 cm³ de lait auxquels on ajoute 3 gouttes de phénol phtaléine. Grâce à une burette graduée, on verse goutte à goutte une solution de soude titrée dans le lait en agitant jusqu'à apparition d'une coloration rosée. Cette coloration étant assez difficile à apprécier,

il est nécessaire d'avoir près de soi un témoin et d'aller jusqu'à une teinte rosée très nette. Il est important, dans les autres dosages, de s'arrêter à cette même teinte.

L'acidité normale des laits est de 1 G, 4 à 2 gr. 1 d'acide lactique par litre. Les chiffres extrêmes sont très rares, la moyenne est d'environ 1,7. Avant de passer au résultat des analyses des laits d'ensilage faites au laboratoire de chimie de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort, qu'il nous soit permis de témoigner notre reconnaissance à M. Monvoisin pour les excellents conseils qu'il nous a toujours prodigués durant notre stage dans son laboratoire. En guidant nos recherches, en s'intéressant à notre tâche, M. Monvoisin a beaucoup facilité notre travail. Nous l'en remercions sincèrement.

Analyse des laits d'ensilage

(Voir le cliché hors-texte)

Conclusions à tirer de ces analyses.

Densité. — La densité du lait d'ensilage étant comprise entre 1031 et 1033, nous pouvons dire que l'ali-

mentation par les fourrages ensilés n'influe aucunement sur la densité du lait.

Acidité. — Si nous examinons la courbe d'acidité des laits d'ensilage, nous voyons que les chiffres extrêmes varient entre 1, 5 et 1, 9. La moyenne d'acidité dans chaque période est de :

Betteraves — Moyenne d'acidité 1 78

Ensilages — « « 1 72

Betteraves — « « 1 78

On admet donc avec M. Monvoisin que quelle que soit l'alimentation de la vache laitière, l'acidité du lait est invariable.

Richesse des traites.

La traite du soir est-elle plus riche en matières grasses que la traite du matin ?

Il est d'opinion courante que la traite du soir est la plus riche.

En est-il ainsi avec une vache nourrie de fourrages fermentés ?

Sur les 19 jours qu'a duré cette expérience, nous avons noté 4 fois (lait du 20 janvier, 1, 4, 6 février 1928) une richesse plus grande de la traite du matin, renversement des faits précédents.

Néanmoins, on peut dire qu'en général la traite du soir est plus riche que la traite du matin.

Variations de la matière grasse.

La teneur du lait en matières grasses subit de grandes oscillations :

Minimum 31 gr. par kg. (période betterave).

Maximum 71 gr. — (période ensilage).

Quantité moyenne de matières grasses dans chaque période.

(Moyenne journalière).

Betteraves.	80 gr. 83 p ^r 2 traites	Par traite	40 gr. 4
Ensilages.	106 gr. 30	» »	53 gr. 1
Betteraves.	90 gr.	» »	45 gr.

Le lait est plus crémeux au moment de l'alimentation à l'ensilage. Mais n'ayant pu constater la quantité de lait produit à chaque traite par la vache d'expérience, il nous est difficile d'affirmer si le rendement laitier a augmenté ou non. Des expériences plus complètes, pratiquées sur un plus grand nombre d'animaux, s'imposent dès maintenant. Puisse cette thèse servir de point de départ à un travail plus imposant sur le sujet qui nous intéresse.

INFLUENCE DE L'AFFOURAGEMENT AU MOYEN DES FOURRAGES FERMENTES SUR LA COMPOSITION DE LA MATIERE GRASSE DU LAIT.

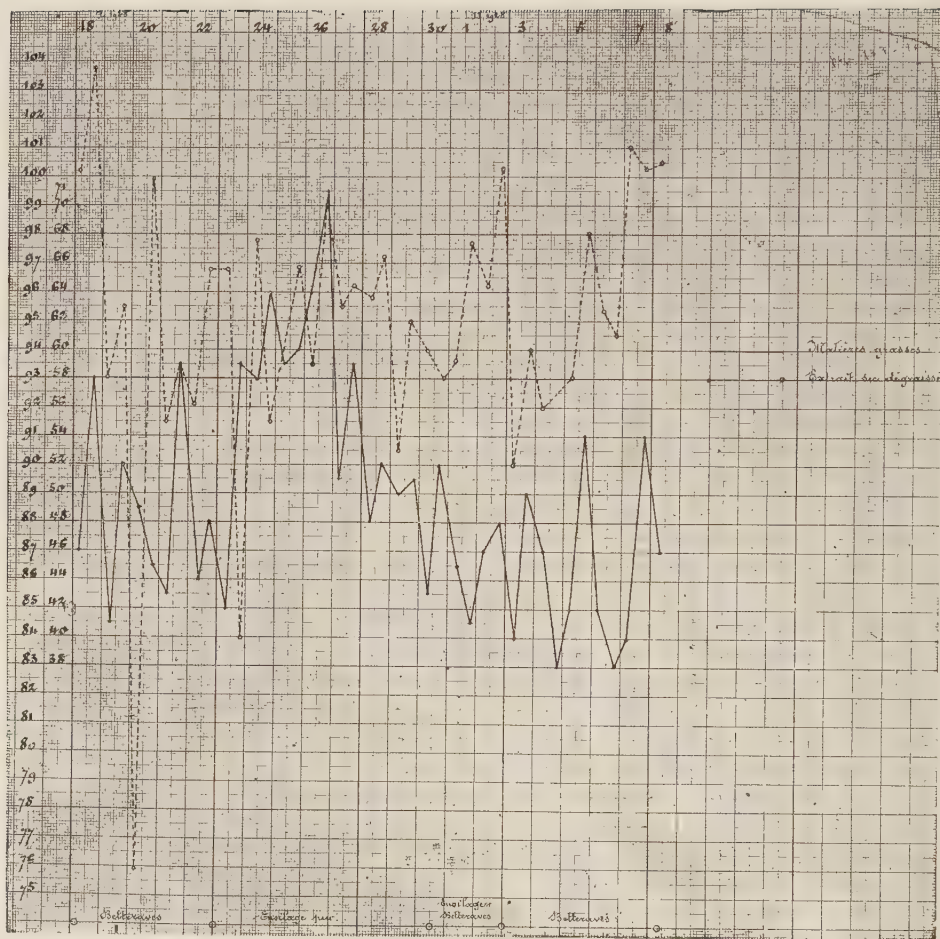
Kieferle F. nourrit 2 groupes de huit vaches, l'un avec un fourrage témoin (foin, paille hachée, son de blé, haricots concassés), l'autre avec le même fourrage dont une partie du foin est remplacé par du fourrage ensilé.

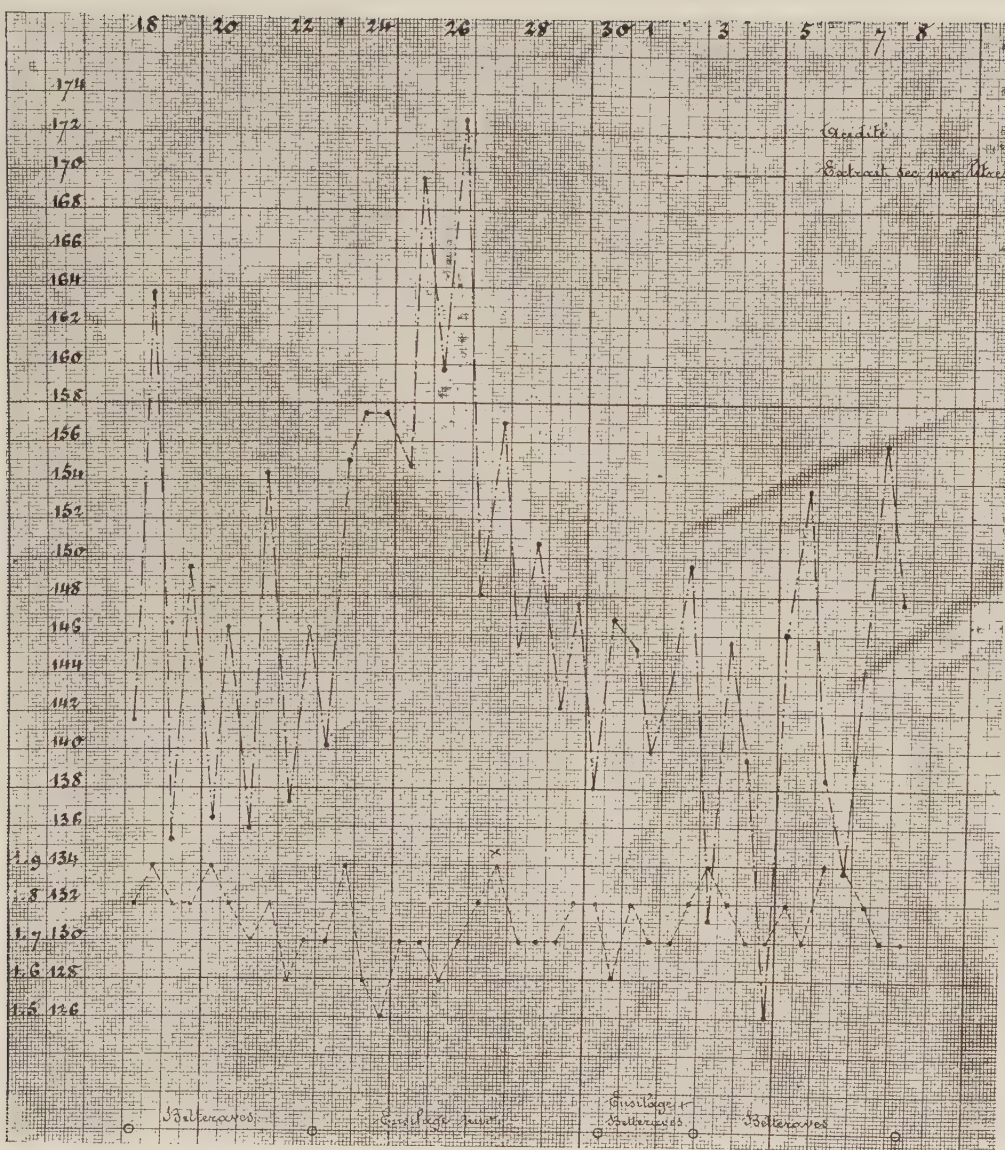
Le lait recueilli est écrémé, et sert à la préparation du beurre.

Sur chaque échantillon il est déterminé l'indice de Reichert Meissl (acides gras volatils solubles dans eau), l'indice de Polenski (acides gras insolubles dans l'eau), l'indice d'iode, de saponification, de réfraction de la matière grasse.

De ces expériences faites par Kieferle, il en résulte que :

L'alimentation par les fourrages ensilés provoque une augmentation de l'indice de Reichert Meissl (30, 4 à 34, 65 pour le beurre du fourrage ensilé contre 29, 4 et 30.00 pour le beurre du fourrage témoin).





L'indice de Polenski augmente aussi proportionnellement à l'élévation de l'indice de Reichert-Meissl.

Il n'existe aucune modification dans les autres constantes physiques et chimiques de la matière grasse.

Causes de ces variations

L'augmentation de l'indice de Reichert-Meissl doit être due à la teneur du fourrage ensilé en produit de désagréations ou d'échanges des hydrates de carbone et protéiques formés dans le fourrage en cours de fermentation.

Le passage du fourrage ensilé à un fourrage non ensilé amène une dépression de l'indice de Reichert-Meissl.

Courbe d'acidification des laits d'ensilage

La courbe d'acidification des laits d'ensilage est un moyen efficace de connaître la valeur de ceux-ci. En effet, le lait s'acidifie, amenant une coagulation de la caséine, puis vient le stade de la putréfaction et de la décomposition des éléments du lait. Ces modifications sont dues à des microbes variés dont les plus nombreux sont les ferments lactiques, bien adaptés au milieu et se développant avec une extrême rapidité à la température de 15 à 30°. L'acidité croît progressivement jusqu'à

atteindre 6 à 7 gr d'acide lactique par litre. A ce moment la caséine se prend en grumeaux et se dépose au fond du vase, le lait est dit « tourné ». Par la suite, on assiste à une putréfaction du lait dans laquelle la matière albuminoïde, non attaquée par la précédente fermentation est détruite par les moisissures en milieu acide.

Il est donc intéressant, pour être fixé sur la qualité des laits d'ensilage, de connaître les progrès de l'acidification des laits. Les expériences faites par Blanchard, Leroy et Lucas, en France, tendent à prouver que l'alimentation à l'ensilage n'exerce aucune action sur l'altération microbienne des laits. Désirant confirmer ces faits, nous avons, grâce à l'obligeance de M. Baratte, fait l'expérience suivante :

Conditions de l'expérience. — A partir du 25 janvier 1928, deux vaches sont nourries, l'une d'ensilage, l'autre de betteraves. Le dimanche 5 février, sur la traite totale du matin est prélevé un échantillon de 500 cm³ du lait de chaque vache. Ce lait recueilli aseptiquement, est transporté dans une salle où la température est de 15°. Sur ces laits, il est procédé toutes les deux heures à une prise d'acidité au moyen d'une solution de soude titrée.

Température du local. — Dimanche 15°, lundi, mardi, mercredi 18°.

Heure de coagulation spontanée de ces laits

Lait de vache nourrie d'ensilage mercredi 10 h. matin

Lait de vache nourrie de betteraves mercredi midi.

Entre le moment de la traite et la coagulation du lait, il s'est écoulé un temps de 72 heures. La différence entre les temps de coagulation spontanée n'étant que de deux heures, l'examen des deux graphiques nous les montrant presque superposables, on peut en déduire avec les auteurs cités plus haut que l'alimentation avec les fourrages ensilés n'influe aucunement sur l'altération microbienne des laits. Il est à remarquer que le lait provenant de la ferme de « La Faisanderie », lait produit par des vaches nourries à l'ensilage, est distribué chaque matin à l'Institut Pasteur et dans de nombreux hopitaux. Le contrôle du lait est fait régulièrement dans ces établissements dès l'arrivée et jamais de reproches ni d'observations n'ont été faits concernant les qualités de celui-ci. N'est-ce pas la meilleure preuve de la valeur de cette alimentation et du soin avec lequel ce lait est recueilli ?

Diastases

L'étude est délicate, complexe, son approximation est difficile; nous nous sommes bornés à étudier la réductase aldehydique des laits d'animaux nourris à l'ensilage.

Conditions d'expériences. — A partir du 14 février, deux vaches sont nourries, l'une de betteraves, l'autre d'ensilage.

Le 21 février, nous procédons à Alfort à la recherche sur ces laits de la Reductase.

Technique opératoire. — 10 cm³ de chaque lait sont mis dans un tube, on étiquette chaque tube pour éviter les confusions.

Tube A..... lait d'ensilage.

Tube B..... lait de betteraves.

Dans chaque tube on ajoute 10 gouttes du réactif de Schardinger (1 goutte par cm³ de lait). Le lait prend une belle coloration bleue. Ces tubes sont mis rapidement dans un bain-marie à 42°. Les temps de décoloration sont notés au chronomètre. La teinte bleue disparaît en totalité, sauf en couche superficielle.

L'opération est rendue plus facile si on compare les teintes avec du lait témoin.

Conclusions de l'expérience

Tube A..... décoloration 4'30"

Tube B..... décoloration 3'50"

Vitamines

Les vitamines sont nombreuses dans le lait. Citons la vitamine A, antirachitique, soluble dans la matière

grasse, peu sensible à l'action de la chaleur, très sensible à l'oxydation. Elle est particulièrement abondante dans le colostrum.

Vitamine B, antinévritique, soluble dans l'eau, peu sensible à la chaleur et à l'oxydation, mais peu abondante dans le lait.

Vitamine C, antiscorbutique, soluble dans l'eau, très sensible à l'action des oxydants.

Les vitamines sont nécessaires à la croissance du jeune, et toute bonne ration en doit être abondamment pourvue.

La mamelle est incapable de produire ces éléments comme l'ont démontré MacCollum, Symonds et Pitz. Les vitamines sont apportées avec les aliments.

L'alimentation de la vache laitière est donc un facteur important dans la production d'un lait riche en vitamine.

Le fourrage ensilé est-il riche en vitamines ? Il a été démontré qu'une alimentation fraîche était excellente à cet effet. Le fourrage ensilé qui conserve à l'aliment son état vert, tout en le rendant plus digestible, plus appétissant, est donc à priori excellent.

Des médecins suisses conseillent le lait pour l'alimentation des jeunes enfants.

Aucune expérience n'a été faite sur la teneur en vitamines des laits d'ensilage. Le fourrage ensilé étant de conservation difficile une fois retiré du silo, ces expériences doivent être faites sur place. N'ayant pu

nous procurer du fourrage fermenté, l'expérience que nous avons projetée a dû être abandonnée.

Il eût été intéressant de nourrir un mois avant la mise bas une lapine uniquement avec de l'ensilage, et de suivre dès la naissance le développement des jeunes. Cette expérience, des plus simples, nous renseignerait sur la richesse en vitamine du F. fermenté.

Etude bactériologique des laits d'ensilage

Si le chargement du silo est rapide, si les plantes sont peu riches en hydrates de carbone, la fermentation lactique s'établit difficilement; les herbes souillées au moment de la mise en silo ensemencent le milieu en ferments butyriques. Les bacilles butyriques anaérobies produisent de l'acide butyrique aux dépens des hydrates de Carbone et de l'acide lactique.

Cet ensilage butyrique est de goût fort désagréable, le lait provenant d'animaux qui le consomment est inapte à la fabrication du fromage à pâte cuite, type Emmenthal. Ce fromage présente, avec une régularité presque mathématique, un gonflement anormal qui le rend invendable.

En Suisse, où l'industrie fromagère est si florissante, on refuse jusqu'à présent les laits de vaches nourries à l'ensilage.

Ce problème méritait d'être élucidé, et ce furent

Burri et Kursteiner qui mirent en évidence dans le lait de vaches nourries à l'ensilage des bacilles butyriques : bacilles *Amylobacter* Bred.

Ces auteurs montrèrent que le fourrage ensilé contenait très inégalement réparties dans la masse des spores de bacilles butyriques.

Ils en ont trouvé jusqu'à 500.000 dans 1 gramme d'échantillon.

Mais ces spores se trouvent de préférence dans les excréments.

« L'analyse bactériologique des fèces, disent-ils, est le moyen le plus sûr pour déceler la présence du bacille *Amylobacter* dans le fourrage ensilé ».

Le bacille *Amylobacter* passe dans le lait et est sans aucun doute la cause primordiale du gonflement des fromages d'Emmenthal.

Des efforts nombreux ont été tentés pour obvier à cet inconvénient.

Il a été démontré par ces auteurs que la spore résiste à une température de 85° pendant 15 minutes.

Mais, la stérilisation du lait par la chaleur, bien qu'étant la plus efficace, amène une modification dans la composition de celui-ci, les albumines sont plus ou moins coagulées, les vitamines détruites.

Il fallait songer à utiliser un moyen aussi efficace mais conservant aux laits toutes leurs qualités. Jusqu'à présent, on n'y a pas réussi.

L'addition au lait de H^2O^2 , l'adjonction de sel marin au fourrage ensilé dans la proportion de 1,25 p. 1000 n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Tant que le problème ne sera pas résolu, l'ensilage ne se développera pas en Suisse.

**Conditions à remplir
pour obtenir un lait d'excellente qualité**

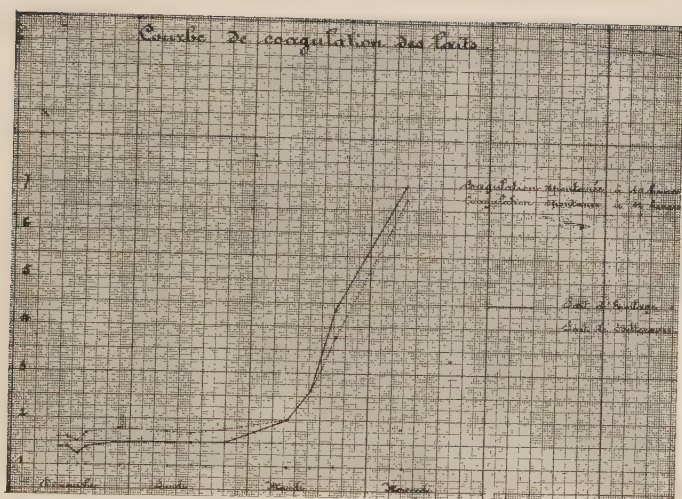
Il ne sera jamais donné uniquement du fourrage ensilé, une trop grande quantité de cet aliment donnerait sans aucun doute du goût au lait. La ration individuelle journalière d'ensilage sera de 20 kgr. environ.

2° La salle de mélange sera éloignée de la vacherie et de la laiterie afin d'éviter que le lait ne prenne un mauvais goût par contamination indirecte.

3° Le silo sera construit à une centaine de mètres de toute habitation. Ainsi les odeurs parfois désagréables venant du silo ne seront pas perçues.

4° Le fourrage fermenté ne sera jamais donné avant ou pendant la traite mais une demi-heure après celle-ci, quand les bidons auront été éloignés.

5° Il sera prudent de ne sortir du silo que la quantité de fourrage nécessaire. Le fourrage retiré du silo et non utilisé moisit rapidement et est dangereux pour l'alimentation.



6° On devra tenir bien propre la vacherie. Bien nettoyer les auges avant de mettre de la nourriture fraîche et éviter de se servir de fourrage ensilé comme litière.

En suivant ces prescriptions, le praticien aura ce qu'il désire : « du lait excellent et de parfaite conservation ».

CONCLUSIONS

I. — L'ensilage vertical, si employé en Amérique, semble depuis quelques années attirer l'attention du praticien français. En comprenant la haute portée économique de l'ensilage, l'éleveur tend à remplacer les anciennes pratiques, plus ou moins coûteuses, par un procédé excellent et rémunérateur tout à la fois.

II. — Tous les fourrages verts peuvent être ensilés. Ce procédé applicable dans tous les pays est particulièrement intéressant dans nos colonies où les disettes fourragères sont de règle.

III. — Les plantes à haut rendement peuvent être ensilées avec profit; leur culture est donc à conseiller dans notre pays, ce qui permet d'intensifier l'exploitation d'un domaine.

IV. — Dans les climats humides, l'ensilage peut rendre de précieux services, car il remplace la fenaïson. L'ensilage rend l'agriculteur indépendant du temps qu'il fait, et lui permet de rentrer sa récolte avec le minimum de perte.

V. — Il permet de ramasser le fourrage sous un volume réduit, évite la construction de hangars occupant une grande surface de terrain.

VI. — L'ensilage évite les risques d'incendie.

VII. — Les types de silos verticaux sont nombreux. Tous sont excellents à condition qu'ils remplissent les conditions suivantes :

- 1° être étanches.
- 2° être bons conducteurs de la chaleur.
- 3° avoir des parois lisses.

VIII. — La fermentation dans le silo est complexe. L'ensilage peut voir se réaliser deux fermentations suivant la nature des plantes ensilées et la rapidité du chargement du silo.

I. — Plantes peu riches en hydrates de carbone.

- a) Remplissage lent : fermentation lactique.
- b) Remplissage rapide : fermentation butyrique.

II. — Plantes riches en hydrates de carbone.

Remplissage lent...	{	Ferment. lactique (Dorner)
Remplissage rapide..		

Fermentation lactique à haute température ... 55°.

Fermentation lactique à basse température ... 35°.

Grâce aux ferments lactiques sélectionnés de Crol.

bois, l'ensileur en ensemençant ses fourrages déclanche à coup sûr une bonne fermentation.

IX. — Suivant la fermentation on obtient des produits différents :

a) Ensilage lactique — odeur de miel, agréable.

b) Ensilage butyrique — odeur forte, désagréable.

Tous les deux sont bien acceptés par le bétail.

X. — La méthode des équivalents fourragers pour le calcul des rations nous semble la meilleure, car elle permet de substituer dans une ration un facteur coûteux par un autre de prix de revient moins élevé.

Permet ainsi de diminuer le prix de revient journalier de la ration.

XI. — L'alimentation de la vache laitière par les fourrages fermentés n'accroît pas le rendement laitier. Par contre, le prix de la ration à base de fourrages ensilés est moins élevé.

XII. — L'état général des animaux est excellent. Une ration composée exclusivement d'ensilage a tendance à constiper nos animaux. Ces symptômes disparaissent rapidement si on a soin de distribuer au bétail des rations composées de fourrages ensilés auxquels on ajoute des *aliments rafraichissants*, tels que (betteraves et pulpes.

Le fourrage ensilé de bonne conservation ne produit pas d'intoxication.

XIII. — La coloration du lait est la même que celle du lait normal.

Le lait d'ensilage ne présente aucune odeur, à condition :

a) De ne pas donner une alimentation exclusive avec fourrages ensilés.

b) De maintenir propre la salle de traite.

XIV. — L'alimentation avec des fourrages ensilés n'influe pas sur la densité, l'acidité des laits.

XV. — La traite du soir est *en général* plus riche que la traite du matin.

XVI. — L'ensilage n'exerce aucune action sur l'altération microbienne des laits. Leur richesse en vitamines les fait adopter pour l'alimentation des jeunes (Suisse).

XVII. — Une alimentation à base d'ensilage butyrique donne un lait contenant des spores de bacilles amylobacter, ce qui le rend impropre à la fabrication des fromages à pâte cuite (Emmenthal).

Vu, le Doyen, *Vu, le Président de la Thèse,*
H. ROGER. M. LÉPER.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLETY. !

BIBLIOGRAPHIE

Brétignières et Godfernaux. — *Ensilage des fourrages verts.*
(1927)

Crevat. — *Alimentation du bétail.*

Collot (E.). — *Traité spécial de la vache laitière* (1847).

Cormouls Houles (Gaston). — *27 ans d'agriculture pratique.*

Dechambre. — *Les aliments du bétail*, 1905; *Traité de Zootechnie générale*, 1914; *La vache laitière*, 1926.

Dorner (Dr W.). — *Annuaire agricole de la Suisse* (1927).

Gouin (R.). — *Alimentation rationnelle des animaux domestiques* (1922).

Goffart. — *Maïs et ensilages.*

Gouin (Edmond) et Brocq Roussen. — *Traité des foin*s (1912).

Gorini. — *Conservation des fourrages verts par ferments sélectionnés* (1918).

Hansoulle (Louis). — *La vache laitière* (1902).

Houlbert 1921. — *La question des vitamines.*

Jannin (Georges). — *La vache laitière de rapport* (1924).

Kellner. — *Principes fondamentaux de l'alimentation du bétail* (1911).

Lucas (J. E.) et Leroy. — *Alimentation rationnelle du bétail par la méthode des équivalents fourragers* (1927).

Lecouteux. — *Maïs et autres fourrages verts. Culture et ensilages.*

Manly Mills. — *Ensilages.*

Magne. — *Traité d'hygiène vétérinaire générale.*

Monvoisin. — *Le lait* (1926).

Pierre (Isidore). — *Recherche sur la valeur nutritive des fourrages* (1872).

Sanson. — *Economie du bétail 1865. Traité de Zootechnie.*

Sidersky. — *Production hygiénique du lait.*

Stevenson. — *Silos and silages* (1922).

Thierry. — *La vache laitière* (1902). *Conseils aux ensileurs* (depuis janvier 1926). *Revue de Zootechnie.* — 1924 : N° 8, page 102; N° 99, page 192; N° 10, page 265; — 1925 : N° 2, page 102; N° 5, page 3299; N° 11, page 3599. — 1926 : N° 6, page 419; N° 10, page 279; N° 11, page 332. — 1927 : N° 2, page 99; N° 8, page 130.

LE LAIT

Kursteiner (J.) et Staub (W.). — Nouvelle contribution à la question de l'ensilage (*Schweizerische, Milchzeitung*, Nos 95, 97. Décembre 1921). *Le lait*, année 1922, page 264).

Robertson (G.S.) et Pitcher (F. S.). — Les fourrages ensilés dans le régime des vaches laitières (*The journal of the Ministry of Agriculture*, Londres Vol. XXVII. N° 6, Septembre 1921). *Le Lait* (année 1923, page 26).

Brétignières (L.). — L'ensilage des fourrages verts. *Le Lait* (année 1926, page 757).

- Starigine (L. P.).** — Recherche sur la flore bactérienne des fourrages. *Bulletin de la station agro-bactériologique de Moscou* N° 24, page 129-144. (*Le Lait*, août Syst. 1927).
- Dorner (W.).** — *L'ensilage et la production laitière et beurrière en Suisse*, page 379 (*Le Lait*, mai 1928).

REVUE INTERNATIONALE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLÉS

- Gaibes (W. L.).** — Pertes subies par les graines de maïs en silo (janvier-mars 1923).
- Hanson Nils.** — Composition, valeur nutritive et utilisation des fourrages verts ensilés. *Recherches faites en Suède* (avril-juin 1923).
- Ringelman (M.).** — Silos américains (*Journal d'agriculture-pratique*; octobre-décembre 1923).
- Wiegner (G.) Greseman (E.) et Magasimik J.).** — *Recherches faites en Suisse sur la conservation des fourrages* (Ensilage doux). (Octobre-Décembre 1923).
- Amos (A.) et Woodman (H. E.).** — *Ensilage du tournesol*. page 723 (janvier 1924).
- Woodman (H. E.) et Amos (A.).** — *Etudes des transformations subies par l'herbe pendant l'ensilage* (avril-juin, 1924)
— *Ensilage du maïs en Angleterre*.
- Ragsdal (A. C.) et Turner (C. W.).** — *Perte comparée d'éléments nutritifs chez les maïs en silo et pendant le séchage aux champs* (octobre-décembre 1924).

MacCampbell et Kerlacher (W. R.). — *Exp. d'alimentation des bovins avec les matières ensilées dans le Kansas.*

Scheehy (E. J.) et Delaney (D.). — *Valeur économique et alimentaire de l'ensilage* (janvier-mars 1925).

Amos (A.). — *Ensilage dans le silo en forme de tour* (janvier-mars 1926).

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	13
Historique de l'ensilage	18
Plantes à ensiler	23
Différents types de silos	28
Description du silo vertical	31
Remplissage du silo	34
Fermentation dans le silo	36
Examen des fourrages ensilés	48
L'alimentation du bétail	58
Influence de l'affouragement au moyen des fourrages fermentés sur la composition de la matière grasse du lait	104
Conclusions	115
Bibliographie	119
